

Ueber die Zunahme des Widerstandes eines Eisenbahnzuges in Curven.

Von

Maximilian Herrmann,

Ingenieur der k. k. priv. österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft.

Es existiren über diesen Gegenstand meines Wissens nur zwei Abhandlungen, eine von Redtenbacher in dessen Locomotivbau und eine von Herrn Schmidt in der „Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins“ (1857). Aber schon im Jahre 1861 hat — in einem im Ingenieurvereine gehaltenen Vortrage — ein Ingenieur von Rang auf die Mängel dieser Arbeiten hingewiesen. Hierdurch und durch die soeben erschienenen „Mittheilungen über die Maschine Steyerdorf“ angeregt, habe ich mich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäftigt. Ich habe dabei die Genauigkeit nur so weit getrieben, als mir dieß ohne Anwendung von viel Zeit und Mühe und durch beinahe bloßes Kopfrechnen möglich war. Dennoch erschienen mir die Resultate, zu welchen ich gelangt bin, beachtenswert genug, um sie veröffentlichen zu können. Wir haben uns, um zu dem vorgesteckten Ziele zu gelangen, mit der Auflösung mehrerer Aufgaben zu beschäftigen.

1. Die Zunahme des Widerstandes einer einzelnen Achse zu finden, deren Räder gegen die Bahn unter einem gewissen Winkel laufen?

Der in Rede stehende Winkel sei α , der Druck der Achse gegen die Schienen P , der Reibungscoefficient zwischen Rad und Schiene sei f .

Die Achse muß während ihrer Bewegung längs der Bahn fortwährend längs sich selbst verschoben werden, wobei der Reibungswiderstand Pf zu überwinden ist. Dieser Widerstand ist, während die Achse längs der Bahn den Weg l zurücklegt, während des Weges $\sin \alpha$ zu überwinden. Daher ist die gesuchte Zunahme des Widerstandes der Achse

$$Pf \sin \alpha \quad (1).$$

Es kommt aber noch der folgende Umstand in Betracht. Der Reibungswiderstand Pf , welcher der Verschiebung der Achse längs sich selbst entgegensteht, wird zum Theile durch äußere Kräfte, zum Theile dadurch überwunden, dass sich der Spurkranz des einen Rades gegen die Schiene stemmt. Es sei der Antheil, welchen die äußeren Kräfte nehmen, Q , demnach die Kraft, mit welcher der Spurkranz sich gegen die Schiene stemmt $Pf - Q$. Sei ferner der Halbmesser des Laufkreises des Rades r und der Vorsprung der Peripherie des Kreises des Spurkranzes, welcher an die Schiene streift gegen den Laufkreis v . Nehmen wir ferner den Kopf der Schiene auf der inneren Seite als kantig an, so ist der Winkel w zwischen dem Lothe und dem Halbmesser, welcher dem Berührungspunkte des Spurkranzes mit der Schiene angehört, bestimmt durch die Gleichung $(r + v) \cos w = r$, woraus folgt

$$\cos w = \frac{r}{r + v}.$$

Der Weg x , in Folge relativer Bewegung des Berührungskreises des Spurkranzes gegen die Schienen, welcher zurückgelegt wird, während die Achse längs der Bahn den Weg l zurücklegt, ist:

$$\sqrt{\left[1 + \left(\frac{r + v}{r}\right)^2 - 2 \frac{r + v}{r} \cos w\right]},$$

welcher Ausdruck mit Rücksicht auf den früher gefundenen Wert von $\cos w$ übergeht in

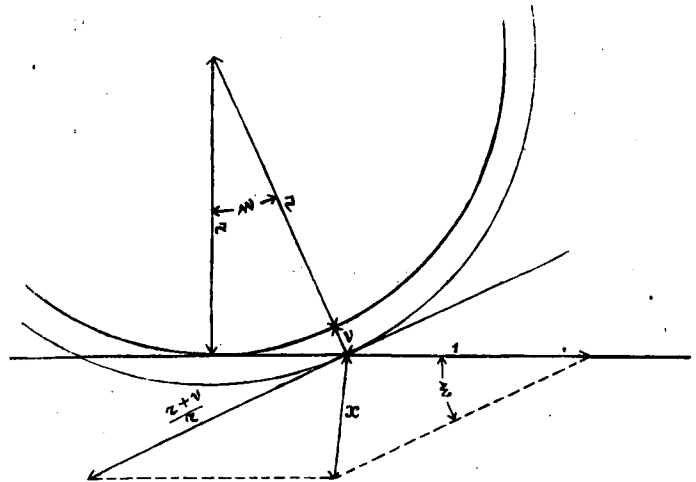
$$\frac{1}{r} \sqrt{(2rv + v^2)},$$

wofür man mit genügender Genauigkeit setzen kann

$$\sqrt{2 \frac{v}{r}}.$$

Die zur Ueberwindung der Reibung des Spurkranzes nöthige Vermehrung der Zugkraft ist also

$$(Pf - Q) f \sqrt{2 \frac{v}{r}} \quad \dots \dots (2).$$



Wenn demnach der Spurkranz einfach einen senkrechten Vorsprung von der Höhe v bildet, so wird die zur Ueberwindung seiner Reibung nöthige Vermehrung der Zugkraft immer dieselbe bleiben, der Winkel, unter welchem das Rad gegen die Schienen läuft, mag groß oder klein sein.

Anders wird es, wenn der Spurkranz einen conischen Vorsprung bildet, dessen Erzeugende mit einer zur Achse senkrechten Ebene den Winkel ζ bildet.

Der Spurkranz wird von der als eben vorausgesetzten Lauffläche der Schiene in einer Hyperbel geschnitten. Wenn nun das Rad gegen die Schiene unter dem Winkel α läuft, so muß der Berührungskreis des Spurkranzes die Hyperbel in einem Punkte schneiden, dessen Normale mit der Achse der Hyperbel den Winkel α bildet.

Sei u der Vorsprung der Peripherie dieses Kreises gegen den Laufkreis, so ist die Entfernung des in Rede stehenden Punktes der Hyperbel von der Achse der letzteren:

$$\sqrt{(r + u)^2 - r^2} = \sqrt{2ru + u^2},$$

d. i. mit hinreichender Genauigkeit

$$\sqrt{2ru}.$$

Die Entfernung desselben Punktes von der Tangente im Scheitel der Hyperbel aber ist $u \tan \zeta$.

Mithin kann die Tangente des Winkels zwischen der Normale des in Rede stehenden Punktes und der Achse der Hyperbel, d. i. $\tan \alpha$, annähernd ausgedrückt werden durch

$$\frac{2u \tan \zeta}{\sqrt{2ru}} = \tan \zeta \sqrt{\frac{2u}{r}},$$

so dass man hat

$$\tan \alpha = \tan \zeta \sqrt{\frac{2u}{r}},$$

und

$$u = \frac{r \tan \alpha^2}{2 \tan \zeta^2}.$$

Aus dieser Gleichung folgt, dass so lange

$$\tan \alpha < \tan \zeta \sqrt{\frac{2v}{r}} \quad (3)$$

ist, auch $u < v$ wird. Mithin hat man, so lange die Bedingung (3) erfüllt wird, in dem Ausdrucke (2) die Größe v durch den früher gefundenen Wert von u zu ersetzen, wodurch derselbe übergeht in

$$(Pf - Q)f \frac{\tan \alpha}{\tan \zeta} \quad (4),$$

welcher Ausdruck also die zur Ueberwindung der Reibung des Spurkranzes erforderliche Vermehrung der Zugkraft gibt, wenn dieser Spurkranz einen conischen Vorsprung bildet.

2. Die Zunahme des Widerstandes einer einzelnen Achse zu bestimmen, deren Räder cylindrisch sind, und welche eine Curve von bestimmtem Halbmesser durchläuft, sich dabei fortwährend radial stellend.

Es sei der Halbmesser der Curve R und die Spurweite der Bahn S .

Während die Achse auf der Bahn den Weg l zurücklegt, haben die auf dem äußeren und inneren Geleise laufenden Räder beziehungsweise die Wege $1 + \frac{S}{2R}$ und $1 - \frac{S}{2R}$ jedes der beiden Räder also den Weg $\frac{S}{2R}$ gleitend zurückzulegen. Dabei bietet sich jedem Rade der Reibungswiderstand $\frac{Pf}{2}$ dar. Mithin ist die aus diesem Umstande hervorgehende Vermehrung des Widerstandes der Achse

$$2 \frac{Pf}{2} \frac{S}{2R} \text{ d. i. } \frac{PfS}{2R} \quad (5).$$

3. Den Spielraum zu bestimmen, welcher zwischen den Spurkränzen und Schienen vorhanden sein muß, damit die Hinterachse eines vierrädrigen Wagens sich in einer Curve vom Halbmesser R radial stellen könne?

Es sei der gesuchte Spielraum s , und die Entfernung der beiden Achsen des Wagens E , so muß

$$E^2 = s(2R + S - s),$$

also hinreichend genau

$$s = \frac{E^2}{2R} \quad (6)$$

sein.

4. Die Winkel α_1 und α_2 zu bestimmen, welche die Vorder- und Hinterachse mit den ihnen entsprechenden Radien der Curven einschließen, wenn zwischen den Spurkränzen und Schienen kein Spielraum vorhanden ist.

Es ist

$$\sin \alpha_1 = \sin \alpha_2 = \frac{E}{2R + S}$$

also genau genug

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{E}{2R} \quad (7)$$

5. Den Winkel α zu bestimmen, welchen die Vorderachse mit dem entsprechenden Radius der Bahn bildet, während die Hinterachse eine radiale Stellung hat.

Dieser Winkel ist mit hinreichender Genauigkeit

$$\alpha = \frac{E}{R} \quad (8).$$

6. Die spitzen Winkel zu bestimmen, welche die Kuppel von zwei aufeinanderfolgenden, in einer Curve stehenden Wagen mit den Längachsen des vorderen und hinteren Wagens bildet, wenn zwischen den Spurkränzen und Schienen kein Spiel ist.

Es sei die Länge zwischen dem vorderen und hinteren Zughaken eines Wagens L und die Länge der Kuppel l , so ist das Maß eines jeden der beiden gleichzeitig positiven Winkel

$$\frac{L + l}{2R} \quad (9).$$

Die aus den Längachsen der beiden Wagen durch die Kuppel gebildete Linie ist ebenso wie die Curve curve

7. Die spitzen Winkel zu bestimmen, welche die Kuppel von zwei aufeinander folgenden, in einer Curve stehenden Wagen mit den Längachsen des vorderen und hinteren Wagens bildet, wenn zwischen den Spurkränzen und Schienen das sub 3. bestimmte Spiel vorhanden ist, und die Stellung der Hinterachse als radial angenommen wird.

Bezeichnen wir die Punkte, in welchen die Längachse des Wagens die Vorder- und Hinterachse schneidet durch (a) und (b) und den aus dem Mittelpunkte der Bahncurve durch den Punkt (b) gezogenen Kreis als Grundkreis, so ist die Entfernung des Punktes a vom Grundkreise offenbar gleich dem Spielraume s ; mithin sind die Entfernungen des vorderen und hinteren Kupplungspunktes des Wagens vom Grundkreise beziehungsweise

$$s \left(\frac{L + E}{2} \right)^2 : E^2 \text{ und } s \left(\frac{L - E}{2} \right)^2 : E^2,$$

oder mit Rücksicht auf Gleichung (6)

$$\frac{(L + E)^2}{8R} \text{ und } \frac{(L - E)^2}{8R}.$$

Der Winkel, welchen die Kuppel mit dem Curvenelemente bildet, dessen Normale der zum Mittelpunkte der Kuppel gezogene Bahnradius ist, wird daher sehr nahe

$$\left(\frac{(L + E)^2}{8R} - \frac{(L - E)^2}{8R} \right) : l,$$

$$\text{d. i. } \frac{LE}{2Rl}.$$

Die Normale des in Rede stehenden Curvenelements bildet mit den, den Hinterachsen des vorderen und hinteren Wagens entsprechenden Radien, sehr nahe die Winkel

$$\frac{l}{2R} \text{ und } \frac{E + L + l}{2R}$$

und dieß sind auch die Winkel, welche das Curvenelement mit den Längachsen des vorderen und hinteren Wagens einschließt. Hiernach sind die Winkel, welche die Kuppel mit diesen Längachsen bildet, beziehungsweise

$$-\frac{LE}{2Rl} + \frac{l}{2R} \text{ und } \frac{EL}{2Rl} + \frac{E + L + l}{2R},$$

oder reducirt die mit $2 R l$ multipl. erhält
$$\frac{L^2 - l^2}{2 R l} \text{ und } \frac{(L + l)(E + l)}{2 R l} \quad (10).$$

8. Die Kräfte zu bestimmen, mit welchen die Radachsen in Folge der schiefen Richtung der Kuppel gegen die Schienen wirken, wenn zwischen dem Spurkranz und den Schienen kein Spiel vorhanden ist.

Es sei die von der Kuppel übertragene Zugkraft Z . Die aus dieser Kraft auf die Vorderachse des vorderen und hinteren Wagens resultirenden Antheile sind mit Rücksicht auf Gleichung (9)

$$- Z \frac{L + l}{2 R} \frac{L - E}{2 E} \text{ und } Z \frac{L + l}{2 R} \frac{L + E}{2 E}.$$

Daher wird, wenn man die Zugkraft in zwei auf einander folgenden Kuppeln als gleich groß annimmt, die Kraft, mit welcher eine Vorderachse nach centripetaler Richtung gezogen wird

$$\frac{Z}{R} \frac{L + l}{2} \quad (11)$$

und ebenso groß ist auch die Kraft, mit welcher eine Hinterachse nach derselben Richtung gezogen wird.

9. Die Kräfte zu bestimmen, mit welchen die Radachsen in Folge der schiefen Richtung der Kuppeln gegen die Schienen wirken, wenn zwischen den Spurkränzen und Schienen das aus der Gleichung (6) bestimmte Spiel s vorhanden ist, und die Hinterachse sich nach der Richtung des Radius der Curve stellt.

Die aus der Zugkraft auf die Vorderachsen des vorderen und hinteren Wagens resultirenden Antheile sind, mit Rücksicht auf Gleichung (10):

$$Z \frac{L E - l^2}{2 R l} \frac{L - E}{2 E} \text{ und } Z \frac{(L + l)(E + l)}{2 R l} \frac{(L + E)}{2 E}$$

also ist die Kraft, mit welcher eine Vorderachse nach centripetaler Richtung gezogen wird

$$\frac{Z}{R} \frac{(L E - l^2)(L - E) + (L + l)(E + l)(L + E)}{4 E l},$$

$$\text{d. i. } \frac{Z}{R} \frac{2 E (L^2 - l^2) + l (L + l)^2}{4 E l} \quad (12)$$

Eben so findet man für die Kraft, mit welcher eine Hinterachse nach centrifugaler Richtung gezogen wird, den Ausdruck

$$\frac{Z}{R} \frac{(L E - l^2)(L + E) + (L + l)(E + l)(L - E)}{4 E l},$$

$$\text{d. i. } \frac{Z}{R} \frac{2 E (L^2 - l^2) + l (L^2 - E^2)}{4 E l} \quad (13)$$

10. Wir dürfen nicht vergessen, dass in Folge des sub 2. betrachteten Vorganges bei jeder der beiden Achsen des Wagens ein Kräftepaar auftritt, dessen Moment

$$\frac{P f S}{2}$$

ist. Diese beiden Kräftepaare suchen den Wagen mit dem Momente $P f S$ zu verdrehen. Aus diesem Grunde wird die Vorder- und Hinterachse mit der Kraft

$$P f \frac{S}{E} \quad (14),$$

die erste in centrifugaler, die zweite in centripetaler Richtung gegen die Schienen gedrückt.

11. Wenn wir nun voraussetzen, dass die Ueberhöhung der Schienen des äußeren Stranges eben genügt, um die Einwirkung der Fliehkraft zu paralyisiren, so können wir mit Hilfe des Vorhergehenden die Zunahme des Widerstandes eines Eisenbahnzuges in Curven ohne Weiters berechnen.

Wenn zwischen den Spurkränzen und Schienen kein Spielraum vorhanden ist, so hat man bei jedem Wagen als Widerstand der Vorderachse die Summe der Ausdrücke (1), (4) und (5), wovon die beiden ersten mit Rücksicht auf die Gleichungen (7), (11) und (14) beziehungsweise die Form

$$P f \frac{E}{2 R} \text{ und } \left(P f + P f \frac{S}{E} - \frac{Z L + l}{R} \right) f \frac{E}{2 R \tan \zeta}$$

annehmen, während der dritte

$$\frac{P f S}{2 R}$$

ungeändert bleibt.

Als Widerstand der Hinterachse findet man ebenfalls die Summe der Ausdrücke (1), (4) und (5). Die beiden ersten Ausdrücke nehmen jedoch hier beziehungsweise die Form

$$P f \frac{E}{2 R} \text{ und } \left(P f + P f \frac{S}{E} + \frac{Z L + l}{R} \right) f \frac{E}{2 R \tan \zeta}$$

an; der dritte Ausdruck aber bleibt auch hier

$$\frac{P f S}{2 R}.$$

Die totale Zunahme des Widerstandes per Wagen vom Gewichte $2 P$ ist mithin

$$\frac{P f}{R} (E + S) \left(1 + \frac{f}{\tan \zeta} \right)$$

und die totale Zunahme per Gewichtseinheit der gezogenen Last

$$\frac{f}{2 R} (E + S) \left(1 + \frac{f}{\tan \zeta} \right) \quad (15).$$

Ist zwischen den Spurkränzen und Schienen der aus Gleichung (6) bestimmte Spielraum

$$s = \frac{E^2}{2 R} \quad (16)$$

vorhanden, so stellt sich erfahrungsmäßig die Hinterachse radial. Der Widerstand der letzteren wird daher einfach durch den Ausdruck (5)

$$\frac{P f S}{2 R}$$

bestimmt.

Der Widerstand der Vorderachse ist die Summe aus den Ausdrücken (1), (4) und (5), wovon die beiden ersten mit Rücksicht auf die Gleichungen (8), (12) und (14) die Form

$$P f \frac{E}{R} \text{ und } \left(P f + P f \frac{S}{E} - Q \right) f \frac{E}{R \tan \zeta}$$

annehmen, wobei Q die durch die Gleichung (12) bestimmte Größe darstellt. Der Ausdruck (5) aber bleibt ungeändert

$$\frac{P f S}{2 R}.$$

Die totale Zunahme des Widerstandes per Wagen im Gewichte $2 P$ ist demnach

$$\frac{f P}{R} \left[(E + S) \left(1 + \frac{f}{\tan \zeta} \right) - \frac{E \varphi}{\tan \zeta} \right]$$

und die totale Zunahme des Widerstandes per Gewichtseinheit der gezogenen Last

$$\frac{f}{2R} \left[(E + S) \left(1 + \frac{f}{\tan \zeta} \right) - \frac{E\varphi}{\tan \zeta} \right] \dots (17)$$

wo

$$\varphi = \frac{Q}{P},$$

also nach Gleichung (12)

$$\varphi = \frac{Z}{P} \frac{2E(L^2 + l^2) + l(L + E)^2}{4lER} \dots (18)$$

ist; dabei ist Z gleich der halben Zugkraft der Maschine.

Um ein Beispiel zu zeigen, sei $E = 3^m$, $L = 5 \cdot 5^m$, $l = 0 \cdot 8^m$, $S = 1 \cdot 5^m$, $f = 0 \cdot 3^m$, $\tan \zeta = 0 \cdot 2$, $P = 7500^k$, $Z = 3000^k$.

Aus (15) erhält man

$$\frac{1 \cdot 7}{R} \dots (19)$$

als Widerstand des Zuges in einer Curve ohne Geleiseerweiterung; dagegen folgt aus Gleichung (17) mit Rücksicht auf

den aus der Gleichung (18) ermittelten Wert $\varphi = \frac{10 \cdot 1}{R}$,

$$\frac{1}{R} \left(1 \cdot 7 - \frac{23}{R} \right) \dots (20)$$

als Zunahme des Widerstandes des Zuges in einer Curve mit einer Geleiseerweiterung von

$$s = \frac{4 \cdot 5}{R} \text{ (Gleichung 16)} \dots (21)$$

Für $R = 120^m$ erhält man als erforderliche Erweiterung des Geleises $s = 37 \cdot 5$ Millimeter, und der für diese Erweiterung gültige Ausdruck 20 wird sehr nahe $\frac{1}{30}$, während der für eine Curve ohne Geleiseerweiterung gültige Ausdruck (19) sehr nahe $\frac{1}{6}$ wird. Es wird aber durch die Geleiseerweiterung in Curven der Widerstand des Zuges etwas reducirt. Auch der Einfluß der übrigen Constructionselemente auf den Widerstand eines Zuges in der Curve kann aus den Formeln (15) und (17) leicht entnommen werden.

Das Factum z. B., dass eine geringe Spurweite und ein kleiner Radstand das Befahren der Curven erleichtert, wird durch beide Formeln bestätigt.

Ferner zeigen die Formeln, dass der Winkel ζ groß, also der Conus des Spurkranzes spitz sein soll. Nur die Zunahme der Gefahr des Entgleisens kann Ursache sein, dass man damit nicht zu weit gehe.

Schließlich sei noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht. Die Arbeit, welche erforderlich ist, um den durch eine Curve hervorgerufenen Widerstand während eines Bogens zu überwinden, dessen Centriwinkel 1° beträgt, ist für Curven ohne oder mit Geleiseerweiterung nach den Gleichungen (19) und (20) beziehungsweise

$$\frac{\pi R}{180} \frac{1 \cdot 7}{R} = 0 \cdot 03^k m$$

und

$$\frac{\pi R}{180} \frac{1}{R} \left(1 \cdot 7 - \frac{23}{R} \right) = \left(0 \cdot 03 - \frac{0 \cdot 4}{R} \right)^k m$$

per Kilog. der gezogenen Last.

Diese Arbeit ist daher im ersten Falle ganz, im zweiten Falle beinahe unabhängig vom Radius der Curve. Da diese Arbeit rein nur zur Abnützung des Materials der Schienen

und Räder verbraucht wird, dieselbe aber in scharfen Curven auf einer kurzen Strecke concentrirt ist, so muß ihre Wirkung in solchen Curven natürlich eine zerstörende sein.

Erfahrungen bei Verwendung von Mineralöl zu Schmierzwecken auf österreichischen Bahnen.

Von

Ludwig Becker,

Oberinspector der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Das dießjährige vierte Heft des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens reproducirt eine aus Dingler's polytechnischem Journale (Band 183, Heft 3) entnommene Mittheilung des Technikers in Newyork, Herrn A. Ott, über Petroleum-Schmiermaterial, welches seit kurzer Zeit auf dem dortigen Markte erscheint und seiner Billigkeit und Güte wegen nach Angabe des Berichtes sehr gesucht sein soll; der Mittheilung liegt die Absicht zu Grunde, zu Versuchen in Europa anzuregen.

Wenn es richtig ist, dass sich die Amerikaner jetzt erst dieses Stoffes als Schmiermittel bedienen, so gebührt uns wohl die Priorität der Anwendung, denn ich verwende Mineralöl schon seit 6 Jahren zum Schmieren von Eisenbahnfahrzeugen und seither hat sich dasselbe durch die damit erzielten günstigen ökonomischen Resultate auf den meisten österreichischen Bahnen Eingang verschafft.

Es dürfte nicht unstatthaft sein, als Bestätigung dessen, was der genannte Herr Berichterstatte über die Qualität dieses zukunftsreichen Schmiermaterials sagt, die hiesigen Erfahrungen mit diesem Schmiermittel zu veröffentlichen. Sollte dadurch beigetragen werden zur Verbreitung in der Anwendung zu Schmierzwecken bei Eisenbahnen, so dürfte damit der vaterländischen Erdölgewinnung — denn was wir in Oesterreich verwenden, ist galizisches Mineralöl — so wie namentlich den Eisenbahnverwaltungen ein Dienst erwiesen sein.

Im Jahre 1861 wurde mir als damaligen Leiter des Maschinenwesens einer der Linien der österreichischen Staatsbahngesellschaft, von einer Wiener chemischen Fabrik eine kleine Partie Mineralöl als Schmiermittel zu Versuchen angeboten, dessen billiger Preis, im Vergleich zu den damaligen hohen Preisen des Baum- und Rüböles, verlockend war.

Die Ergebnisse damit beim Schmieren von Wagenlagern waren jedoch anfänglich keineswegs günstig. Das Material zeigte sich viel zu dünnflüssig und die Stummeln erhitzen sich häufig, selbst bei der reichlichsten Zuführung des Schmiermittels.

Eine weitere nachtheilige Eigenschaft desselben war die außerordentliche Empfindlichkeit bei Temperaturveränderungen. Diese letztere Eigenschaft haben, nach dem gedachten Berichte aus Newyork, die amerikanischen Oele nicht, jedenfalls ihres geringen Paraphingehaltes wegen. Zwischen $+8^\circ$ und $+16^\circ$ R. wechselte der Aggregatzustand des Oeles von der Consistenz bis zu einer Dünnpflüssigkeit, die nicht mehr schmierfähig war.

Das Material mußte nach den ersten Resultaten als nicht ganz geeignet erkannt werden.

Weitere Proben mit angeblich besser präparirten Mineral-Schmierölen lieferten keine viel günstigeren Erfolge. Die zu große Dünnsflüssigkeit und die zu starke Empfindlichkeit gegen Temperaturdifferenzen war zwar etwas behoben, dagegen harzte das Oel stark; eine schlimme Eigenschaft, die bei einem größern Wagenpark nach einiger Zeit der Verwendung solchen Schmierstoffes sehr empfindliche Verlegenheiten bereiten kann.

Proben mit Mineral-Schmierölen, die mittlerweile auch von andern Erzeugern angeboten wurden, lieferten noch weit ungünstigere Resultate.

Aber einmal begonnen wollte ich, trotz diesen wenig ermunternden Ergebnissen die Sache nicht sofort wieder fallen lassen, zumal nicht alle Hoffnung auf endlichen guten Erfolg geschwunden war, und somit, in der Erwartung, dass Beharrlichkeit vielleicht auch hier zum Ziele führe, wurden die Versuche fortgesetzt, bis wir nach monatelangem Bemühen ein brauchbares verlässliches Material erhielten und nun — im Jahre 1862 — von den Proben mit einzelnen Wagen zur ausgedehnteren Verwendung versuchsweise schreiten konnten.

Erst im Jahre 1863, nachdem bereits eine größere Anzahl Fahrzeuge durch länger als ein Jahr ausschließlich damit bedient wurde, wagte ich es mit der allgemeinen Anwendung des Mineralöles bei allen Wagenlagern vorzugehen.

Ich werde später auf die Construction der Lager, bei welchen das Oel erprobt wurde und in Anwendung ist, so wie auf die Details der Erfahrungen zurückkommen und will vorerst nur eines Umstandes erwähnen, der mir damals schwere Sorgen bereitete.

Zur Verhinderung des Festwerdens des Oeles in strenger Winterkälte, wovon ich im ersten Winter der allgemeinen Verwendung Anstände befürchtete, war mit meiner Zustimmung dem Oele 5 bis 6% Photogen beigemischt worden.

Während des Winters ergaben sich nun auch verhältnismäßig wenig Anstände und ich war sehr befriedigt von dem Resultat, das uns in der Schmierökonomie wesentliche Vortheile versprach. Mit Eintritt des Frühjahres und der höheren Lufttemperatur änderte sich jedoch die Sachlage; kein Zug verkehrte mehr ohne Anstand, bei jedem gingen 3—4 Wagen heiß, was um so fataler war, als damals der Verkehr ein sehr belebter war und alle Wagen bereits mit Mineralöl liefen.

Das mit Photogen vermengte Mineralöl wurde nun sofort beseitigt und solches ohne Beimengung in Gebrauch genommen. Nach Verlauf einiger Wochen war es gelungen, die Calamität zu bewältigen und haben sich später nur noch durch eine kurze Periode Anstände ergeben, die ihren Grund in ungeeigneter Behandlung der Schmiervorrichtung hatten und rasch behoben waren.

Von da ab betrachtete ich die Frage der Verwendung des billigen Mineral-Schmieröles bei Eisenbahnwagenlagern, wenigstens für die unter meiner Leitung stehende Linie, als gelöst, und konnte mit Genugthuung auf die durch dessen Einführung herabgeminderten Schmierkosten hinweisen, welche sich im Verlaufe eines Jahres von 10 kr. auf 6 kr. per Zugmeile reducirt hatten.

Ich muß nun hier bemerken, dass gleich von vornherein, als man einmal über die Verwendbarkeit des Mineralöles im Reinen war, genaue vergleichende Versuche über die Abnützung der Lagerfütter, so wie über die Erhaltung der Schmierapparate eingeleitet und durch längere Zeit fortgeführt wurden, die ganz befriedigende Ergebnisse darthaten, indem dadurch evident erwiesen wurde, dass sich die Lagerfütter nicht mehr abnützten als bei Verwendung von Baumöl; dass deren Abnützung beim Schmieren mit Rüböl etwas größer war, und dass sich die Wollfragmente — die meisten Lager hatten Wollstopfung, waren sogenannte Paget-Lager — besser erhielten und länger dauerten als bei Baumöl und bei Rüböl.

Die erste österreichische Bahn, welche aus diesen günstigen Erfahrungen Nutzen zog und in umsichtiger und energischer Weise ebenfalls auf die Verwendung des Mineralöles überging, war die Kaiserin Elisabeth-Westbahn. Gegenwärtig schmiert dieselbe nicht allein ihren ganzen Wagenpark ausschließlich mit diesem Oele, auch bei ihren Locomotiven ist dasselbe in Anwendung, nur wird für letztere eine etwas bessere Qualität benützt.

Ich hatte ebenfalls durch eine längere Periode Mineralöl bei Locomotiven im Gebrauch, bin jedoch, weil man vegetabilisches Oel zu Kolben und Schieber doch nicht entbehren kann, wieder davon abgegangen.

Die Ersparnisse, welche die Westbahn durch Benützung des Mineralöles erzielt, sind aus ihren Geschäftsberichten ersichtlich. Gegenwärtig betragen die Schmierkosten bei dieser Anstalt fl. 0.63 kr. per Zugmeile für Locomotive und Wagen, während dieselben vor Verwendung des Mineralöles gegen fl. 0.83 kr. per Zugmeile betrugen. Bei 252900 Zugmeilen beziffert sich hieraus eine Minderausgabe von fl. 5058 per Jahr.

Nach und nach hatte, nachdem auf einer Linie der österreichischen Staatsbahn die Einführung sich von gutem Erfolge begleitet zeigte, das Mineralöl sich auch auf den übrigen Linien derselben beim Schmieren der Wagenlager Bahn gebrochen und werden jetzt schon bedeutende Quantitäten davon consumirt (circa 200 Zentner monatlich).

Einem Gegenstande, mit dem man sich durch lange Zeit und nicht ohne Erfolg beschäftigte, wendet man begreiflicher Weise stets lebhaftes Interesse zu, und so ist es selbstverständlich, dass es, als ich vor drei Jahren die Leitung des Maschinenwesens auf der Kaiser Ferdinands Nordbahn übernahm, zu einer meiner ersten Aufgaben gehörte, Versuche zur Einführung des Mineralöles einzuleiten.

Während die Staatsbahnwagen und jene der Kaiserin Elisabeth-Westbahn zumeist sogenannte Paget-Lager mit Wollstopfung haben, läuft der Fahrpark der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, mit Ausnahme von circa 300 Wagen, auf Lager mit Oelzuführung von oben durch Schmierdochte. Die Erfahrungen mit den Schmiervorrichtungen der ersteren Lagern konnten daher nicht maßgebend sein für letztere.

Es handelte sich namentlich darum, festzustellen, ob die Oelzuführung von oben durch Dochte bei der Consistenz, welche das Mineralöl schon bei + 8° R. erlangt, im Winter bei — 15° bis — 20° R. nicht versage, und ob in der Sommerhitze, wo die Lager nicht selten + 40° bis + 50° R. erlangen, die Dochte das sehr dünnflüssig werdende Oel nicht

zu rasch übersaugen und die Oelbehälter zu schnell entleeren.

Ein weiter zu beachtender Umstand war die Beschaffenheit der Lagerfutter der Nordbahnwagen, welche durchgängig aus einer Legirung von 60% Blei, 20% Antimon und 20% Zinn bestehen. Ich hatte früher gefunden, dass Rothgußlager sich bei Mineralöl weit besser hielten, als solche aus selbst harten Weißgußlegirungen. Bei letzteren fanden Lagererhitzungen, namentlich bei einem Drucke wie er auf die Zapfen der Frachtwagen vorkommt, viel häufiger statt.

Practische Versuche durch 1½ Jahre fortgesetzt, wobei uns ein strenger Winter und ein heißer Sommer ganz gelegen kamen, lieferten Beweise, dass das Mineralöl auch bei Schmierapparaten der gedachten Art und bei Weißgußfuttern der angegebenen Legirung anstandslos verwendet werden kann, vorausgesetzt, dass die Regulirung der Dichte eine entsprechende ist.

Trotzdem gebot die Vorsicht die Einführung nicht zu überstürzen. Bei einem Stande von circa 6000 Wagen mit circa 30.000 Lagern kann das Mißlingen eines derartigen Experimentes im Großen schwere Verlegenheiten bereiten und der Anstalt große Kosten verursachen, wobei die der allfälligen Reparaturen durch Warmlaufen und der Verlust an Schmierstoff etc. noch als die weniger ins Gewicht fallenden zu betrachten sind. Die Kosten, welche die Störungen im regelmäßigen Verkehr der Züge, die Umladungen der Wagen, der Entgang durch deren Dienstuntauglichkeit etc. verursachen, würden diese weit übersteigen.

Ich ließ daher derart vorgehen, dass erst die Personenwagen, die größtentheils schon mit Lagern für periodische Schmierung eingerichtet sind, nach und nach partienweise mit Mineralöl versehen wurden.

Nachdem sich während einer längeren Verwendung keine Anstände mehr ergaben, kamen, ebenfalls partienweise, jene Lastwagen an die Reihe, welche mit Lagern für periodische Schmiervorrichtung eingerichtet waren. Bei den übrigen Lastwagen war vorerst noch eine Mischung von ⅔ Mineralöl und ⅓ Rüböl in Anwendung.

Gegenwärtig jedoch wird der gesamte Wagenpark der Kaiser Ferdinands-Nordbahn ausschließlich mit Mineralöl geschmiert, und wird dasselbe auch zum Schmieren der Transmissionen der Hilfsmaschinen verwendet. Da der Verbrauch dabei kein größerer ist, als bei Anwendung von vegetabilischen Oelen, so resultirt allein, in Folge des Preisunterschiedes gegen Rüböl von circa fl. 5 per Zentner bei einem Consum von circa 2000 Zentner, hieraus eine jährliche Minderausgabe von fl. 10,000 für die Anstalt. — Die Anwendung des Mineralöles bei der gedachten Verkehrsanstalt seit beiläufig einem Jahre hat demselben weitere Proseliten zugeführt; es sind nun auch die Theißbahn, die böhmische Westbahn und die Mohacs-Fünfkirchner Bahn, vorläufig noch versuchsweise, dazu übergegangen.

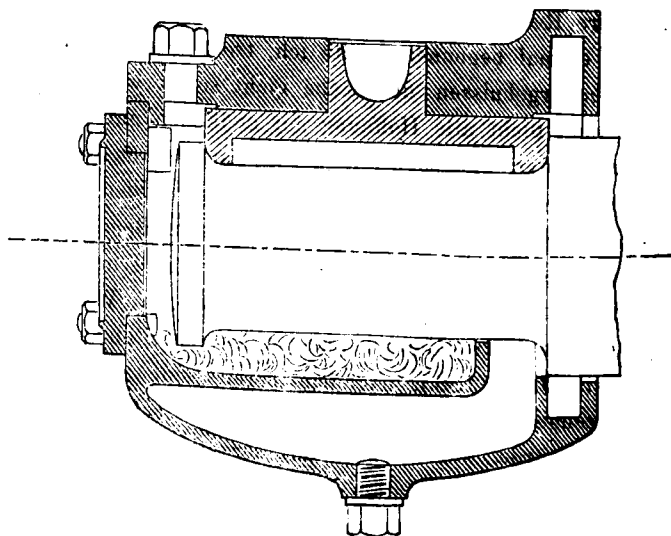
Durch den Verbrauch der genannten Bahnen so wie vieler andern Privatetablissemments, hat sich der Absatz an Mineral-Schmierölen in Wien zu Eisenbahnzwecken und Maschinen von einigen Zentnern per Jahr im Verlauf von 5 Jahren auf 9000 bis 10000 Zentner jährlich gesteigert.

Dieser in relativ so kurzer Zeit erlangte Aufschwung spricht am deutlichsten für die Brauchbarkeit und den ökonomischen Wert dieses Materiales und gestattet die Annahme, dass das Mineralöl die bedeutende Rolle, welche dasselbe in Beleuchtungszwecken spielt, auch für Schmierzwecke einzunehmen berufen sein wird.

Ich werde mir nun erlauben noch einiges Nähere über die Lager anzuführen, bei welchen das Oel in Anwendung kam und noch in Verwendung ist, und die speciellen Erfahrungen erwähnen, welche dabei gemacht wurden.

1. Paget-Lager mit Wollstopfung.

Fig. 1.



Dieselben werden alle zwei Monate geschmiert und erhalten dabei circa ¼ Pfund Oel per Lager.

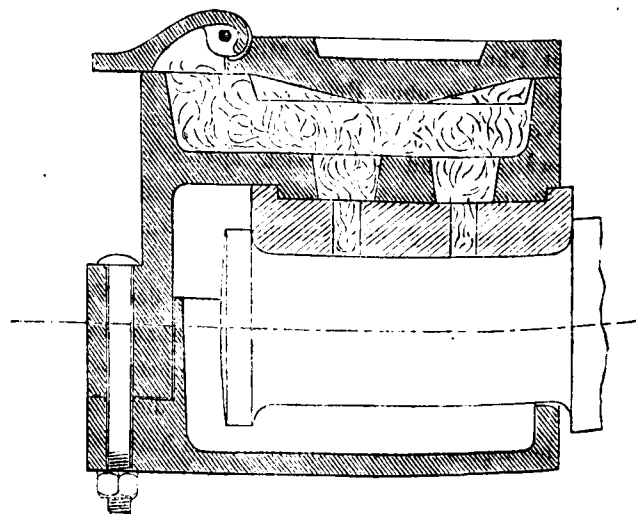
Die Baumwollfasern erhielten sich bei Anwendung des Mineralöles besser als bei Rüböl und Baumöl, sie dauern 12 bis 14 Monate, während der Wagen circa 2500 bis 3000 Meilen zurücklegt.

Die Wollstopfung darf nicht zu fest sein und nur lose den Stummel umgeben. Diesem Umstande ist besondere Beachtung zu schenken, weil die Lager sich sonst leicht erhitzen.

Der Oelverbrauch per Achsmeile bezieht sich nach Abzug des Rückgewinnes, aber einschließlich des Verbrauches beim Einbinden der Lager, auf 0.0035 Pfund. Die Lagerabnutzung betrug per 6000 Meilen ein Pfund per Lager.

2. Lager mit Einrichtung für feste Schmiere.

Fig. 2.



Die zur Aufnahme des festen Schmiere bestimmte Schale dieser Lager wurde mit im Oel getränkten Wollfragmenten ausgefüllt und die Enden derselben durch die Schmiercanäle bis auf den Stummel der Achse hinabgeschoben. Diese Enden dienen der Zuführung des Schmiermittels zum Stummel.

Das Nachschmieren geschieht hierbei alle 20 bis 30 Meilen durch Aufgießen von etwas Oel auf die Wolle. Der Verbrauch dabei ist, wenn etwas sorgsam geschmiert wird, ein sehr ökonomischer, circa 0.0028 Pfund per Achsmeile, also günstiger als bei den Paget-Lagern, bei denen viel Material beim Ausbinden mit dem Wechseln der Wollfasern in Verlust geräth.

3. Lager mit Oelzuführung durch Dochte von Oben und Einlage ganz dünner weicher Hobelspäne unter dem Stummel.

Fig. 3.

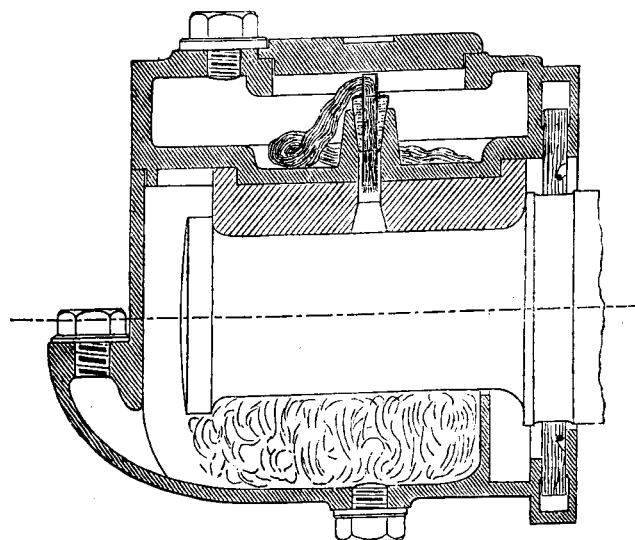
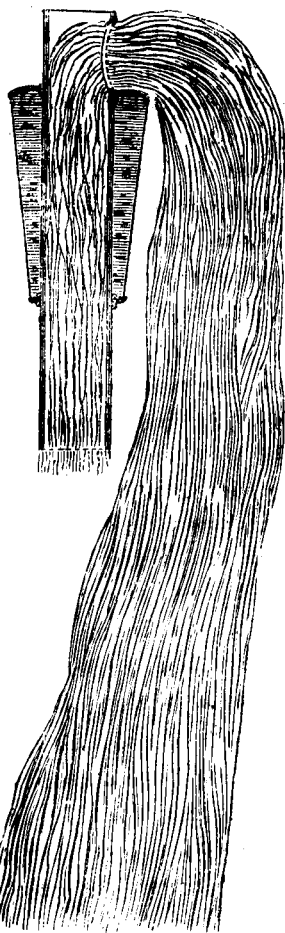


Fig. 4.



Die Oelung erfolgt bei diesen Lagern periodisch alle zwei Monate. Wichtig ist dabei, wie schon angedeutet, die Dochtregulirung. Dieselben sind zu diesem Behufe in eigenthümlicher Weise eingerichtet. Die Hülsen, welche den Docht aufnehmen, stecken in Korkstöpseln, die auf die Dullen im Oelraume wie der Stöpsel auf eine Flasche aufgesteckt werden und ganz öldicht abschließen. Ist der Docht bei einem Lager abgenützt, so wird nicht dieser sondern der Korkstöpsel sammt abgenutztem Dochte gegen einen mit gutem Docht versehenen ausgewechselt.

Es gestattet dieß, die Erneuerung der Dochte in den Dochthülsen vollständig zu beherrschen und gleichmäßig durchzuführen, indem man die Arbeit der Erneuerung des Dochtes bei den gesammelten, wegen mangelhaftem Dochte ausgewechselten Dochthülsen von einem

Arbeiter für die ganze Linie besorgt lässt und daher leicht überwachen und regeln kann.

In Fig. 4 ist eine solche Dochthülse in Naturgröße dargestellt.

Diese Einrichtung bewährt sich als sehr practisch. Hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften des in Rede stehenden Oeles ist Folgendes anzuführen:

Es stockt bei einer Temperatur von $+3^{\circ}\text{C}$. Bei $+25^{\circ}\text{C}$. ist dessen specifisches Gewicht 0.890.

Das Oel ist säurefrei, greift daher die Bestandtheile nicht an und harzt nicht. Im Gefäße erscheint dessen Farbe bläulich schwarz, bei durchscheinendem Lichte lichtbraun. Zwischen den Fingern zerrieben zeigt es sich sehr fett, weich und schlüpfrig.

Ich glaube schließlich aufmerksam machen zu sollen, dass vor Verwendung von Mineralölen, deren Brauchbarkeit zu Schmierzwecken bei Fahrzeugen noch nicht hinlänglich erprobt ist, ausgedehnte practische Versuche unerlässlich sind.

Die Wasserversorgung der Stadt Paris*).

So wie in Wien die Donau als Gegner gegen jedes andere Wasserversorgungsproject benutzt wird, so geschah dieß in Paris mit der Seine, trotzdem die Frage, ob Quell- dem Flußwasser als Trinkwasser vorzuziehen ist, schon durch das Alterthum entschieden war. Schon Hippokrates sagte: „Das beste Wasser ist im Winter warm und im Sommer kalt.“ Nun haben aber bekanntlich die Quellen eine constante oder wenigstens eine nicht sehr veränderliche Temperatur, in Folge dessen sie ein Wasser liefern, das im Sommer verhältnismäßig kalt, im Winter aber relativ warm ist. Diese Eigenschaft behält das Quellwasser bei, wenn es in einem gedeckten Aquaducte weiter geleitet wird, weil das Wasser unter allen Körpern die größte Wärmemenge braucht, um eine Temperaturerhöhung zu erleiden. Die Temperatur der Bäche dagegen unterscheidet sich von jener der Luft bei Weitem nicht in gleichem Maße; ihr Wasser erscheint uns im Sommer warm, im Winter eisig kalt, nebstdem ist die Reinheit desselben sehr von äußeren Umständen, wie von Fabrikanlagen, Witterungsverhältnissen u. dgl. abhängig, weshalb es stets mehr oder weniger organische Substanzen enthält, die in Fäulnis übergehen und dem Wasser eine sehr nachtheilige Beschaffenheit ertheilen. Obgleich die Römer nicht im Besitze jener feinen Untersuchungsmethoden waren, welche uns in den Stand setzen, die verschiedenen Wässer in Bezug auf ihre Zusammensetzung und auf ihren vortheilhaften oder nachtheiligen

*) Bei der Wichtigkeit und dem großen Interesse, das die Wasserversorgung großer Städte überhaupt und speciell bezüglich der Stadt Wien bietet, wo dieselbe eine der Tagesfragen ist, dürfte unseren Lesern ein gedrängter Bericht über den neuesten Stand der Wasserversorgung der Stadt Paris nicht unwillkommen sein. Wir benützten hiezu den erst vor einigen Tagen erschienenen Commissionsbericht (Wien bei Holzhausen), welchen Oberingenieur Karl Junker, der im August d. J. dieselbe an Ort und Stelle studirte, der Wasserversorgungscommission der Stadt Wien erstattete, ferner einen Aufsatz über denselben Gegenstand von Prof. Dr. Josef Krist (Volkswirth, 1866, Nr. 19) und das Originalwerk: „Documents relatifs aux eaux de Paris avec carte“ Paris 1861. Die Red.

Einfluß auf den menschlichen Organismus zu prüfen, so erkannten sie doch schon die Vorzüge des Quellwassers und leiteten solches mit enormem Aufwande in Aquaducten, die heute noch Bewunderung erregen, in ihre Hauptstadt, ungeachtet diese von den Wellen der Tiber bespült wird. Zu Lyon hätten die Römer zwischen der Rhone und Saone wählen können; sie ließen aber beide Flüsse unberücksichtigt und führten aus weit entlegenen Quellen das Trinkwasser herbei.

Derselbe practische Sinn der Römer zeigte sich auch in Paris, indem sie mittelst eines großen Aquaductes die Quelle von Arcueil dahin leiteten, obgleich die Seine Wasser in Menge bot, das wegen seines geringeren Kalkgehaltes sogar einen Vorzug vor dem Wasser von Arcueil besitzt. Mit dem Reiche der Römer verfiel auch dieser Aquaduct. Erst im 13. Jahrhunderte wurden durch geistliche Orden Wasser aus den Quellen von Belleville und St. Germain auf das rechte Seineufer geleitet. Diese Quellen liefern jedoch in 24 Stunden nur 160 Cubikmeter eines sehr harten Wassers. Die Benützung der öffentlichen Brunnen war für das Publikum jedoch sehr beschränkt, weil große Körperschaften und Personen durch besondere Privilegien sehr begünstigt waren. Noch im Jahre 1550 erhielt Paris nur 200 Cubikmeter Trinkwasser für den Tag, so dass auf einen Einwohner etwa 2·8 Seitel entfallen sein mögen. Erst Heinrich IV. suchte dem Mangel an gutem Trinkwasser in Paris abzuhefen. Dieser, um das Wohl seines Volkes wahrhaft besorgte Fürst, beschränkte nicht nur die für die Benutzung der bestehenden Wasserleitungen ertheilten Concessionen, sondern ließ auch an der Seine das erste Pumpwerk, die Pumpe der Samaritanerin genannt, anstellen, welches das Wasser in die auf „Pont-Neuf“ errichteten Reservoirs emporhob. Die Reiterstatue Pont-Neuf erinnert deßhalb noch heute an diesen Fürsten, der sogar mit dem Plane umging, die Wasserleitung von Arcueil wieder zu errichten. Die Ausführung dieses Projectes wurde durch den Tod verhindert; erst Maria von Medicis nahm dasselbe neuerdings auf und beendigte es 1613. Trotzdem und ungeachtet 1671 noch ein zweites Hebewerk, die Pumpe von Notre-Dame hergestellt worden war, hatte Paris am Ende des 17. Jahrhunderts nur 1800 Cubikmeter Wasser täglich, was etwa 8·5 Wiener Seitel für den Einwohner betrug. 1777 wurde einer Gesellschaft, welche von den Brüdern Périers geleitet wurde, ein Patent zur Errichtung von Wasserhebwerken an der Seine ertheilt. Diese Gesellschaft lieferte 1782 das erste Wasser an die Stadt, hielt aber die eingegangenen Verpflichtungen so schlecht, dass die Regierung die ganzen Anlagen an sich brachte. Das tägliche Wasserquantum war jedoch gegen Ende des 18. Jahrhunderts auf etwa 9·7 Wiener Maß pro Einwohner gestiegen.

Im Jahre 1797 fasste man den Gedanken, den Fluß Ourcq, einen Zufluß der Marne, nach Paris zu leiten. Der Plan wurde von dem berühmten Ingenieur Girard im großartigen Maßstabe entworfen. Die Arbeiten zur Ausführung wurden 1801 begonnen und bis 1812 fortgesetzt, wo sie in Folge der politischen Ereignisse unterbrochen wurden, so dass sie erst unter der Restauration wieder aufgenommen und 1822 beendigt wurden. Das Wasser fließt von Mareuil an, in einem, 100 Kilometer langen, schiffbaren Canal, der mit einem kreisförmigen Bassin endigt, das etwa 200,000 Cubikmeter fasst.

Dieses Bassin hat drei Ausflüsse. Der eine speist die Wasserleitung, welche die Richtung der ehemaligen äußeren Boulevards verfolgt und zu Monceaux endigt. Durch den bloßen Wasserdruck wird das Wasser in die Vertheilungsröhren, welche in die Leitung einmünden, weiter getrieben. Der andere Theil des Wassers dient zur Speisung der Canäle St. Denis und St. Martin. Später wurden an verschiedenen Punkten der Seine 18 Dampfmaschinen zur Hebung von Wasser aufgestellt, und außerdem die Brunnen von Grenelle und Passy erhohrt, so dass die Stadt Paris bis zum 1. October 1866 über folgendes Wasserquantum täglich verfügen konnte:

1. Der Canal de l'Ourcq circa . . . 105,000 Cub.-Meter

2. die 18 Dampfmaschinen u. z.:

Port à l'Anglais circa . . .	6,000	"
Maison-Alfort	8,000	"
Quai d'Austerlitz	22,000	"
Chaillot	38,000	"
Anteuil	3,000	"
Neuilly	5,000	"
Saint-Quen	6,000	"

Zusammen . 193,000 "

an Flußwasser, welches Quantum sich jedoch in trockener Zeit auf 165,000 Cub.-Meter reducirt, da der Canal de l'Ourcq zur Zeit der Dürre nur 95,000 Cub.-Meter und die Dampfmaschinen nur circa 70,000 Cub.-Meter liefern. Außer diesem Quantum Flußwasser konnte die Stadt Paris noch über circa 10,000 Cub.-Meter Quellenwasser verfügen, welches die Quellen von Belleville und Arcueil und die artesischen Brunnen von Grenelle und Passy lieferten.

Dieses an sich ziemlich bedeutende Wasserquantum wurde jedoch stets sehr reducirt und zwar namentlich im Sommer. So verbrauchen die Gehölze von Boulogne und Vincennes an schönen Sommertagen 35,000 Cub.-Meter und die Fontainen und Squares 25,000 Cub.-Meter; ferner geben die Ausflüßhähne zur Straßenreinigung alle drei Stunden 9,000 Cub.-Meter ab. Berücksichtigt man nun noch jene Quantität, welche von Privaten stets verwendet wird, so ist es begreiflich, dass Paris im Sommer 1865, wo diese beispielelose Trockenheit eintrat, thatsächlich Wassermangel hatte, umsomehr als die Maschine Chaillot in diesem Sommer gar kein Wasser gab, also gleich ein Ausfall von 38,000 Cub.-Meter täglich eintrat. Hochgelegene Stadttheile wie z. B. die Abhänge des Montmartre, von Belleville und von Ménilmontant waren einige Tage ganz ohne Wasser und gewisse Punkte entbehrten es sogar Monate lang.

Abgesehen nun von der ungenügenden Quantität, ließ auch die Qualität des Wassers sehr viel zu wünschen übrig. Bei der Anlage des Ourcq-Canals hatte man den Fehler begangen, dass man denselben nicht nur für die Wasserversorgung von Paris, sondern auch für die Schifffahrt verwendbar machte. Das Wasser ist sehr hart, und daher für den Magen zu schwer; es nimmt ferner zu sehr an den Schwankungen der Lufttemperatur Antheil, indem es den 100 Kilometer langen, ungedeckten Canal durchfließt und in dem großen Bassin bei Villette angesammelt ist. Auf dem Canal verkehren 600 Schiffe, auf denen bei 1600 Schifflente leben und arbeiten. Das Bassin ist bisher nie gereinigt worden, da hierzu mehr als ein Monat erforderlich

wäre und hierdurch Paris dem empfindlichsten Wassermangel ausgesetzt würde. Die Qualität des Wassers, welches bei Chaillot aus der Seine geschöpft wird (und 1857 wurden $\frac{3}{4}$ an dieser Stelle geschöpft), ist aber noch schlechter als die des Wassers des Ourcq. Herr Professor Peligot hat im Seinenwasser, wie auch im Wasser des Ourcq, stickstoffhaltige organische Stoffe gefunden, wie sie im Wasser von Arcueil und im Quellwasser überhaupt nie vorkommen. Herr Dumas führt in einem an den Stadtrath gerichteten Exposé unter Anderem an, dass nach der Dürre 1858 bei der Ponte-Royal nur 44 Cubikmeter Wasser in der Sekunde flossen, während die Straßencanäle in derselben Zeit 1 Cubikmeter ihres Inhaltes in die Seine abgaben, so dass also das bei Chaillot geschöpfte Wasser im Verhältnisse 1 zu 44 mit Unrath der Abzugscanäle verunreinigt war.

Diese Uebelstände in der Wasserversorgung der Stadt Paris wurden immer fühlbarer, so dass man an die volle Beseitigung derselben denken mußte. Es tauchten dabei die verschiedensten Projecte auf. Nach dem günstigen Erfolge des artesischen Brunnens von Grenelle brachte eine Partei den Vorschlag, in jedem Stadtviertel einen Brunnen zu bohren; dagegen wurde aber einerseits eingewendet, dass das Wasser aus diesem Brunnen warm und mit Eigenschaften hervorquelle, die es einem Mineralwasser ähnlich machen, und andererseits auf den Umstand hingewiesen, dass das Wasserquantum, welches der Brunnen von Passy anfänglich lieferte, merklich abgenommen hat. Auch erinnerte man daran, dass Erderschütterungen auf die artesischen Brunnen sehr nachtheiligen Einfluß nehmen können, dass 1843 der Brunnen von Grenelle sich plötzlich trübte, und dass sein Wasserquantum auf die Hälfte sank, und dass durch länger als durch zwei Monate in verschiedenen Intervallen getrübttes schwärzliches Wasser floß.

Ein anderes Project lief darauf hinaus, das Wasser der Loire nach Paris zu leiten. Wegen seines natürlichen Gefälles könnte dieses Wasser auf die höchsten Punkte der Stadt geführt werden. Der Verfasser dieses Projectes wollte täglich 5—600.000 Cubikmeter Wasser aus der Loire schöpfen, dasselbe mittelst eines großen Aquaductes über die Höhen von Santory in große gedeckte Becken leiten, welche aus den Thalmulden, die Versailles von Meudon trennen, gebildet werden und 40 Millionen Cubikmeter fassen sollten. In diesen kellerartigen Becken sollte das Wasser zweimal im Jahre, am Ende des Winters und gegen Ende des Sommers gesammelt werden, damit es während des Frühjahrs und Herbstes eine gleichförmige und entsprechende Temperatur annehmen könne. Dieses Project hätte zwar Wasser genug geliefert; aber es litt an zwei Uebelständen, indem es die Loire, welche oft nicht genug Wasser für die Uferbewohner hat, noch wasserärmer gemacht, und ungeheuerere Auslagen veranlasst hätte, ohne allen Anforderungen zu genügen. Dieser letztere Umstand veranlasste den Seinepräfecten in Bezug auf dieses Project zu der Aeußerung: „Die Finanzen der Stadt würden sich ebenso maßlos wie das Wasser ergießen, und doch nur zur Vergrößerung der Seine beitragen.“

Obgleich schon La Place auf die schlechte Beschaffenheit des Seinenwassers hingewiesen hatte, indem er in seinem Haushalte nur Wasser von Arcueil verwenden ließ, obgleich

Männer wie Dumas und Peligot durch genaue Analysen gegen die Verwendung des Seine- und Ourcqwassers als Trinkwasser kämpften, fehlte es doch nicht an Entwürfen, welche die Seine betrafen, und alle erhobenen Bedenken beseitigen zu können glaubten. So wollte Lechatelier an der Brücke von Ivry vor der Verbindung der Seine mit der Marne eine Reihe von Dampfschiffen errichten, welche das Seinenwasser mehrere Meter hoch in Becken heben sollten, damit es dort einen Theil der größten Verunreinigungen niederschlage. Das Wasser sollte dann durch Filtrirvorrichtungen in große gewölbte Reservoirs fließen, wo es während des Sommers durch einen mittelst einer Dampfmaschine erzeugten Luftstrom abgekühlt werden sollte, um endlich mit Hilfe anderer Dampfmaschinen in große Behälter auf den Hügel von Belleville, dem höchsten Punkte von Paris, gehoben zu werden. Aber auch dieses Project wurde verworfen, und zwar namentlich auf Grund des von Dumas erstatteten Gutachtens. Abgesehen davon, dass das Seinenwasser im Winter zu kalt wäre, bleibt es sehr zweifelhaft, ob der projectirte Luftstrom im Stande sein würde, die Menge von Trinkwasser, welche Paris täglich braucht, während des Sommers hinreichend abzukühlen und es ist noch unwahrscheinlicher, dieses große Wasserquantum auf eine wohlfeile Weise entsprechend reinigen zu können. Ein wesentlicher Grund, weshalb dieses Project verworfen wurde, war ferner die Unzukömmlichkeit, dass das Project die Wasserversorgung der Stadt von dem Gange der Maschine abhängig macht, deren regelmäßiger Unterhalt nebst dem sehr große Auslagen verursacht hätte. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass alle nachtheiligen Zwischenfälle bei Seite gesetzt, das Wasser nach dem in Rede stehenden Projecte theurer zu stehen käme, als bei jenem Projecte, dessen Durchführung eben im Zuge ist.

Dieses letztere Project wurde bereits in den ersten Zeiten der gegenwärtigen Stadtverwaltung ventilirt. Der Seinepräfect beauftragte 1854 den Ingenieur Belgrand, in dem Pariser Becken nach geeigneten Quellen zu suchen, die in Folge ihres natürlichen Gefälles auf dem Hügel von Belleville geleitet werden könnten. Die Lage von Paris im Centrum einer ungeheueren Gypsbank ließ vermuthen, dass man nur in einer ziemlich weiten Entfernung zweckmäßige Quellen finden werde. Belgrand analysirte 299 Quellen, bestimmte deren Wassermenge und Temperatur unter den verschiedensten Verhältnissen, zog alle sonstigen, auf das Unternehmen Einfluß nehmenden Umstände in Betracht, und kam zu dem Resultate, dass es sowohl zwischen Château-Thierry und Châlons, als auch zwischen Troyes und Sens zahlreiche, wenig oder gar nicht benützte Quellen gebe, welche alle gestellten Bedingungen erfüllen.

Die Stadt Paris erwarb daher, nachdem die umfassendsten Vorarbeiten und Untersuchungen*) ausgeführt waren, eine Quelle der Dhuis, östlich von Paris, in der Richtung der Eisenbahn nach Straßburg, nahe bei Château-Thierry; ferner die Quellen der Vanne, welche zu Font Vanne im Departement de l'Aube in einer Entfernung von 14 Kilometer

*) Diese sämtlichen Vorarbeiten etc. sind in dem Werke: „Documents relatifs aux eaux de Paris avec carte 1861“ der Oeffentlichkeit übergeben worden.

von Troyes an der Grenze der kreidigen Ebenen der Champagne entspringen, und beschloß durch Herleitung dieser Quellen die Stadt Paris endlich ausreichend nun mit gutem Quellwasser zu versorgen.

Oberingenieur Belgrand, dem die Ausführung dieser großartigen Quellenleitung übertragen wurde, begann zuerst mit der Ableitung der Dhuis, weil diese Quelle so situiert ist, dass das Wasser auf die höchstgelegenen Punkte von Paris geleitet werden kann. Die Leitung der Dhuis ist bereits fertig und ist seit 1. October 1866 in Thätigkeit. Wir wollen in Kürze das Wichtigste mittheilen.

Die Quellen des Dhuisbaches, der früher sein Wasser in die Marne führte, werden gegenwärtig mittelst einer unter das Grundbett desselben reichenden Unterföhrung durch ein System von Saugröhren aufgesammelt und in das Aufsammlungsbecken geführt. Letzteres ist ein überwölbtes, in der Mitte behufs der Reinigung getheiltes viereckiges Bassin von ungefähr 6—8 Meter im Geviert und 4 Meter Tiefe. Hier beginnt der Leitungscanal des Aquaductes. Der Aquaduct*) zieht sich längs den Hügeln des linken Marneufers bis nach Chalifert, wo er den Fluß übersetzt, um dann auf dem rechten Ufer bis in die Nähe von Paris zu verlaufen, und langt nach einem Laufe von etwa 130 Kilometer oder circa 17 öst. Meilen in Ménilmontant in Paris an, wo das große Reservoir angelegt ist. Der Aquaduct wird sehr häufig von nicht unbedeutend tiefen Thälern durchschnitten, wo die Verbindung mittelst Siphons hergestellt ist.

Die häufige Anwendung von Siphons, die hier als Uebersetzungs-System selbst für Niederungen von nur 6—8 Meter Höhe consequent beibehalten erscheinen, absorbiert sehr viel von dem vorhandenen, nicht gerade reichlichen Gefälle, bedingt daher für den gemauerten Leitungscanal ein großes Profil, in welchem das Wasser mit nicht ganz 2 Fuß Geschwindigkeit fließt.

Das Profil wurde, um möglichst geringe Reibungs-Widerstände darzubieten, eirund angelegt; dasselbe hat eine Breite von $4\frac{1}{2}$ Fuß, eine Höhe von $5\frac{1}{2}$ Fuß und eine durchschnittliche Wandstärke von 1 Fuß. Das Profil ist im Stande 500 Liter (nicht ganz 10 Eimer) Wasser pr. Sekunde abzuführen, ist aus Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel hergestellt und im Innern mit einem dünnen glatten Portland-Cement-Verputz versehen, wodurch es völlig wasserdicht wird. Von Außen ist der obere Umfang mit einer Lage Mörtel von hydraulischem Kalk gegen das Eindringen der Tagwässer geschützt.

Die Ueberdeckung des Canales ist mittelst einer durchschnittlich 1 Meter hoch über dem Gewölbschlusse ruhenden Erd- oder Steinschichte bewerkstelligt, hierbei aber sehr wenig Sorgfalt verwendet und bisher keinerlei Bepflanzung dieser Hülle vorgenommen.

Die Siphons bestehen aus gußeisernen Muffen-Röhren von 1 Meter Durchmesser, welche 2 Meter tief in die Erde eingegraben, die Thäler übersetzen und bei vorkommenden Bächen oder Flüssen mittelst kleiner oder größerer Brücken über

den Wasserlauf geführt erscheinen. Der bedeutendste dieser vielen Siphons, welche dem ganzen Werke einen unruhigen, um nicht zu sagen wenig soliden Ausdruck geben, ist jener, wo die Leitung vor Paris die Marne übersetzt und wo die Röhre auf einer soliden, diesen Fluß überbrückenden Bogenstellung liegen.

Bei Beginn des Betriebes waren längs aller Siphons oftmalige und nicht wenig störende Reparaturen an den Rohrverbindungen nothwendig, und gebrochene Röhren durch neue zu ersetzen gewesen. Gegenwärtig sind die Rohrleitungen der Siphons in ziemlich gutem Stande, aber es werden dort noch immer nicht unbedeutende Wasserverluste wahrgenommen.

Bei den, längs der Trace des Dhuis-Aquaductes, durch das dortige Terrain bedingten, so ungemein häufig vorkommenden Uebersetzungen von Niederungen wurde das System der Siphons offenbar nur zur Erzielung von Ersparnissen an den Baukosten angewendet.

Im Reservoir Ménilmontant in Paris füllt das Dhuis-Wasser, welches hier in völliger Klarheit anlangt, das obere Geschoß dieses Reservoirs, welches 100,000 Cub.-Meter oder 1,769,000 Eimer aufnimmt. Das untere Geschoß dieses Reservoirs ist zur Aufnahme von Nutzwasser, welches aus der Marne geschöpft wird, bestimmt und fasst 31,000 Cub.-Meter oder 548,000 Eimer Wasser.

Die Reservoirs, deren Construction äußerst solid und sorgfältig ausgeführt ist, bieten nichts besonders Bemerkenswerthes dar; sie sind ganz in das Terrain eingeschnitten, überwölbt und sodann im Niveau des Terrains mit Erde überdeckt. Dieselben sind aus Bruchstein und Ziegel erbaut und haben im Innern Portland-Cement-Verputz. Die Reservoirs sind derartig angelegt, dass sie noch bedeutend vergrößert werden können.

Von dem Reservoir geht die für das Dhuis-Wasser bestehende Rohrleitung in die hochliegenden Stadttheile des 9., 11., 12. und 17. Bezirkes und in den 18., 19. und 20. Bezirk, wo es ausschließlich zum Trinken und zu Privatzwecken verwendet wird.

Die Temperatur des Wassers beträgt im Reservoir $10.4^{\circ}\text{R.}^*)$ Das Wasser braucht 61 Stunden 12 Minuten, um die ganze Länge des Aquaductes zu durchlaufen. Im Rohrnetze steigt die Temperatur auf 12 bis 13°R. , die aber in Paris noch immer frisch ist, da das in den tiefer liegenden Stadttheilen zum Trinken benützte Seine- und Marne-Wasser oft $17\text{—}18^{\circ}\text{R.}$ hat. Das Dhuis-Wasser wird bereits sehr gesucht, denn seine Vorzüge — frischere Temperatur, angenehmerer Geschmack und Reinheit der Substanz gegenüber dem Seinewasser — werden von der Bevölkerung schon gewürdigt.

Die Kosten dieser Wasserleitung belaufen sich auf circa 17 bis 18 Millionen Francs.

Das zweite erst auszuführende Project ist die Herleitung der Quellen der Vanne.

Dieser Fluß, der seiner Hauptrichtung nach einen östlichen Lauf hat, ist durch die Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit seines Abflusses sehr beachtenswert. Das Becken der

*) Vom Aufsammlungsbecken angefangen in einer Länge von 3800 Meter besteht die Leitung aus zwei nebeneinander liegenden Canälen, um bei allfälliger Reinigung einer Bassinabtheilung die Hauptleitung nicht unterbrechen zu müssen.

*) Im August d. J. hatten die Quellen eine Temperatur von 9.6°R. Die Wassermenge betrug 28000 Cubikmeter oder rund 495000 Eimer in 24 Stunden.

Vanne mit einer Fläche von 965 Quadrat-Kilometer ist aus weißer Kreide gebildet und die vorkommenden Plateau's sind gut bewaldet. Die Quellen der Vanne sprudeln theils aus den bestehenden Sümpfen, theils am Fuße der kreidigen Hügel, welche die Sümpfe begrenzen, hervor. Diese Sümpfe, welche nicht weniger als 3776 öst. Joch (2173 Hectares) umfassen, bilden einen auffallenden Contrast zu der Dürre und Trockenheit der benachbarten Hügel, die, alle atmosphärischen Niederschläge aufsaugend und durchlassend, niemals das Regenwasser an ihrer Oberfläche abfließen lassen. Der größte Theil der nun im Besitze der Stadt befindlichen Quellen der Vanne durchzieht ein derart sumpfiges Terrain, dass sie — den Boden nur noch mehr verschlammend — für die Anrainer ohne Nutzen sind.

Die Anzahl der Quellen, welche im Besitze der Stadt sind, beträgt gegenwärtig 13; sie liegen alle an dem linken Ufer der Vanne und theilen sich hauptsächlich in 2 Gruppen: in die Hochquellen und in die niederen oder tiefliegenden Quellen. In die Kategorie der Hochquellen sind diejenigen Quellen gereiht, deren Wasser, um in den projectirten Aquaduct zu gelangen, nicht künstlich gehoben werden müssen, sondern die durch ihr natürliches Gefälle in denselben einmünden können.

Dahin gehören die Quelle von Cerilly und die Bime mit einer Seehöhe von 140·38 Meter und die 3 Quellen von Armentières mit einer Seehöhe von 111·19 und 112·2 Meter, welche alle ausgezeichnet gutes und klares Wasser führen. Von tiefliegenden Quellen hat die Stadt neun erworben. Dieselben haben eine durchschnittliche Seehöhe von circa 90 Meter.

Der Aquaduct, der diese Quellen für Paris nutzbringend machen soll, wird auf eine Wasserlieferung von 1·160 Cub.-Meter per Sekunde oder 1,768,700 Eimer in 24 Stunden angelegt, welche Wasserquantität durch die Quellen der Vanne beigelegt werden kann.

Im Jahre 1855 wurden diese Quellen zuerst gemessen, man konnte aber bei dem Umstande, dass dieselben sich gleich nach ihrem Ursprung in die Sümpfe verlieren, nur zu annähernden Resultaten gelangen, die man durch viele Versuche im Wege der Schätzung berichtigte. Diese Messung, vorgenommen im October des Jahres 1855, ergab für die 13 angeführten Quellen die Summe von 1·242 Cub.-Meter oder 22 Eimer pr. Sekunde. Im Jahre 1858 wurden während der großen Trockenheit im November abermals Messungen vorgenommen. Das annähernd richtige Resultat war 0·926 Cub.-Meter oder 16·4 Eimer per Sekunde. Am 15. August 1865 lieferten die Quellen 1·000 Cub.-Meter oder 17·6 Eimer per Sekunde. Gegen Ende dieses Monats nahmen die Quellen jedoch ab und es ergab die Messung, welche mittelst Kästen ausgeführt wurde, nur 0·638 Cub.-Meter oder 11·3 Eimer per Sekunde.

Aus den vorhergehenden Zahlen schließt Oberingenieur Belgrand, dass vor Beginn der nun seit 1857 in und um Paris herrschenden außergewöhnlichen Trockenheit, die Quellen selbst im Monate October noch mindestens 1·200 Cub.-Meter pr. Sekunde lieferten. Da die Leitung jedoch nur 1·160 Cub.-Meter per Sekunde erfordert, so ist es wohl außer allem Zweifel, dass in gewöhnlichen Jahren selbst in den Wintermonaten der Aquaduct normalmäßig gefüllt und während der Zeit des

größten Verbrauches, das ist in den Sommermonaten, sogar Ueberfluß an Wasser sein werde.

Die mit dem Wasser der Seine oberhalb Paris und mit jenem der Quellen der Vanne vorgenommenen Analysen haben nachgewiesen, dass das Wasser der Seine organische Stoffe und Ammoniak in merklicher Menge enthält, während das Wasser der Quellen davon vollkommen frei ist. In allen anderen Beziehungen verdient das Wasser dieser Quellen den Vorzug gegenüber dem der Seine. Das Quellwasser der Vanne ist constant klar, während das Wasser der Seine, wie vorgenommene Beobachtungen constatiren, im Jahre durch 188 Tage schmutzig oder trübe ist.

Die bisherigen Erfahrungen führten Oberingenieur Belgrand zur Ueberzeugung, dass eine künstliche Filtration mit Erfolg nie ausgeführt werden wird. Er behauptet in seinem Berichte an den Stadtrath von Paris, die Filtration des Wassers, wie sie die englischen Wasserleitungs-Gesellschaften bewerkstelligen, sei wohl recht brauchbar in London, wo man kein Wasser trinkt, sie taue aber nichts in Paris, wo die Frauen, die Kinder und die Greise aus der Klasse der Arbeiter kein anderes Getränk als Wasser haben. Was die Temperatur der Quellen der Vanne betrifft, so sind darüber keine regelmäßigen Beobachtungen angestellt worden; die Temperaturmessungen, die man hier von Zeit zu Zeit machte, ergaben für die Quellen 8 bis 9 Grad R. Das Wasser wird daher im Aquaduct mit genügender Frische nach Paris gelangen, wie der Dhuis-Aquaduct bereits bestätigt.

Was den technischen Theil des Projectes betrifft, so ist derselbe in folgender Weise zur Lösung gebracht.

Die Quellen von Cerilly mit einer Seehöhe von 140·379 Meter werden in einem Canal von 1·05 Meter Höhe und 0·80 Meter Breite, welcher per Sekunde circa $4\frac{1}{2}$ Eimer abzuführen im Stande ist, in den zweiten Aquaduct der Hochquellen (für die Wasser von Armentières) geleitet. Dieser Seitenast hat eine Länge von 5300 Meter. Die drei Quellen von Armentières werden in einer Seehöhe von 111 Meter aufgesammelt und mittelst eines Canals von 1·76 Meter Höhe und 1·40 Meter Breite bis in die Nähe von Malhortie geführt, woselbst die vereinigten Wässer der Hochquellen mit einer Seehöhe von 108·15 Meter in das Gebiet der Tiefquellen gelangen. Die Länge des Aquaductes von Armentières beträgt 19150 Meter, wovon 2020 Meter aus Siphons und 1130 Meter aus Ueberbrückungen mittelst Bogenstellungen bestehen.

Die tiefliegenden Quellen der Vanne, deren niederste eine Seehöhe von 88·39 Meter hat, sollen in einem Aquaduct fortgeleitet werden, dessen Sohle bei dem Ursprung der tiefliegenden Quellen mindestens 92 Meter Seehöhe haben muß, damit das Wasser in Paris mit einer dort absolut nothwendigen Seehöhe von 74·4 Meter am Plateau Montrouge ausfließen könne. Um dieß zu bewerkstelligen, muß das Wasser der tiefliegenden Quellen auf die Höhe der Aquaducts-Sohle gehoben werden und dieß soll nach dem Project entweder durch die Wasserkraft der 16 Meter Gefälle darbietenden Hochquellen oder durch die Wasserkraft des Flusses Vanne geschehen. Welche von beiden dieser Varianten ausgeführt werden soll, hängt noch von einigen Studien ab.

Die Trace des Hauptaquaductes hat eine Gesamtlänge von 142 Kilometer oder 18.7 Meilen, welche sich in folgender Weise vertheilen. Der gemauerte Canal, mehr oder weniger in großen Einschnitten liegend, hat eine Länge von 107 Kilometer; 17 Kilometer messen die Stollen und Tunnels, 2 Kilometer ist die Gesamtlänge aller Bogenstellungen und Ueberbrückungen und endlich 16 Kilometer Länge absorbiren die Siphons für die Thalübersetzungen. Der bedeutendste dieser Siphons ist 2 Kilometer lang; die tiefste Thal-Einsenkung beträgt 40 Meter. Es kommen längs der Trace 5 bedeutendere Flußüberbrückungen vor, wovon die größte über die Yonne 100 Meter Länge hat. Das Normalprofil des Aquaductes, welcher die vereinigten Hoch- und Tiefquellen nach Paris führen soll, ist vollkommen kreisrund projectirt, der Durchmesser beträgt 7.1 Fuß, die Wandstärke circa 1 Fuß. Das Mauerwerk ist im Innern mittelst eines Anwurfes von Portland-Cement dicht gemacht und das Wasser wird von einer 18 Zoll hohen Luftschicht begrenzt. Das Gefäll der gemauerten Leitung ist durchschnittlich $\frac{1}{10000}$ oder 0.10 Meter auf Ein Kilometer Länge.

Die Gesamtkosten des Aquaducts sind auf 31,000 000 Francs veranschlagt, wornach die jährlichen Auslagen an Interessen und Erhaltung die Summe von 1,650.000 Francs betragen.

Durch Ausführung der Quellenleitung ist jedoch Paris noch immer nicht hinreichend mit Wasser versorgt; denn der Bedarf stellt sich für gegenwärtig und die nächste Zukunft mit 420,000 Cub.-Met. oder 7,428,540 Eimer täglich heraus. Von großem Interesse sind in dieser Richtung die vom Oberingenieur Belgrand aufgestellten Rechnungen. Wir lassen deßhalb eine kurze Uebersicht hier folgen.

Täglicher Wasserverbrauch:

1. für öffentliche Zwecke und zur Versorgung der Privathäuser	279,000 Cub.-Meter
2. für die öffentlichen Brunnen zum Spielen	40,000 "
also gegenwärtige nothwendige Wassermenge	319,000 "
3. hiezu für zukünftige voraussichtliche Bedürfnisse	101,000 "
gibt als Totalsumme	420,000 "

Hievon entfallen an die Leitungen für öffentliche Zwecke gegenwärtig 179,000 Cub.-Meter und für zukünftiges Bedürfnis noch dazu 71,000 Cub.-Meter; für Privatzwecke jetzt 140,000 Cub.-Meter und für weitere zukünftige Anforderungen 30,000 Cub.-Meter. Von den für Privatzwecke verbrauchten erfordern die industriellen Etablissements 40,000 Cub.-Meter, welches Quantum eben so wie die für öffentliche Zwecke nothwendigen 250,000 Cub.-Meter nur Flußwasser zu sein braucht. Diese 290,000 Cub.-Met. hat also der Canal l'Ourcq, die Seine und Marne zu liefern. Die übrigen für Privatzwecke noch erforderlichen 130,000 Cub.-Meter müssen hingegen, da sie zu häuslichen Zwecken bestimmt sind, frisches, klares, gesundes und angenehmes Wasser sein — Anforderungen, denen nur Quellwasser entspricht.

Zur Herbeischaffung dieser 130,000 Cub.-Meter sind nun die früher besprochenen Quellenleitungen bestimmt, nämlich die bereits ausgeführte der Dhuis und jene der Vanne. Erstere

liefert sammt der Surmelin, welche noch mit einbezogen werden wird, dann 40,000 Cub.-Meter; letztere wird 90,000 Cub.-Meter täglich liefern.

Die für allgemeine und industrielle Zwecke bestimmten 290,000 Cub.-Meter hingegen werden auf folgende Weise beigestellt.

Alte Wässer: Canal l'Ourcq	105,000 Cub.-Meter,
Dampfmaschinen	44,000 "
Quelle Arcueil	1,000 "
die artesischen Brunnen	
Grenelle und Passy	8,600 "
Zusammen	158,600 "
Neue Wässer: St. Maur	40,000 "
Trilbardou	40,000 "
Isles-les-Meldeuses	40,000 "
neue artesische Brunnen	16,400 "
daher die Totalsumme	295,000 Cub.-Meter.

Die Stadt Paris wird, wenn auch noch die Herleitung der Quellen der Vanne beendet sein wird, täglich 140 Millionen Liter Quellwasser erhalten, was, da die Einwohnerzahl nahe 2 Millionen beträgt, pr. Einwohner 70 Liter oder circa $1\frac{1}{2}$ österr. Eimer gibt. Diese Zahl erscheint im ersten Augenblicke sehr groß; allein sie wird kleiner, wenn man sie mit dem Wasserreichthum anderer Städte vergleicht. Das alte Rom lieferte nach einer angenäherten Rechnung pr. Tag und Einwohner 1500 Liter
das Rom der Päpste 900 "
New-York liefert 560 "
Carcassonne 400 "
Besançon und Dijon 250 "

Unwillkürlich muß sich bei diesen Zahlen die Frage aufdrängen, wann wird Wien über solche Wassermengen disponiren können?

Schließlich sei noch erwähnt, dass das in Ausführung begriffene System: Herleitung der Quellen für Privatzwecke und Beschaffung des Nutzwassers durch Verwendung der Flüsse mit Inbegriff des Kapitals zur Bestreitung der Erhaltungskosten eine Summe von 65 Millionen Francs kosten wird, während das andere System: das Wasser oberhalb Paris aus der Seine zu schöpfen und das zu Privatzwecken bestimmte zu filtriren, 92 Millionen Francs gekostet hätte.

Oberingenieur Belgrand behauptet und gibt auch noch die näheren Details dazu, dass sich das für die neue Wasserleitung ausgegebene Kapital, wenn dieselbe einmal fertig sei, mit 7 Procent verzinsen wird. Das Abonnement der 59,000 Häuser und industriellen Etablissements auf die Wasserleitung soll nämlich nach Belgrand's Ueberschlag dann circa ein jährliches Erträgnis von 7.200,000 Francs liefern, wovon ungefähr 5.400,000 Francs den Kassen der Stadt zu Gute kommen. Als Beweis für diese Behauptung führt derselbe an, dass die Leitung der Dhuis, trotzdem die Zuziehung der Surmelin noch nicht bewerkstelligt ist, bereits ein Erträgnis von 5 Procent abwirft.

Idee eines neuen Systems für rotirende Motoren *)

und für zur

Fortbewegung von Flüssigkeiten dienende Arbeitsmaschinen.

Von

Anton Jarolímek,

k. k. Fabrikations-Official in der Tabakfabrik zu Hainburg.

Bei Benutzung der Motoren zur Fortbewegung des Wassers oder der Luft sind es im wesentlichen zwei Hauptprincipien, welche bei den zu obigem Zwecke dienenden Arbeitsmaschinen zur Anwendung gelangen, indem nämlich die fortzuschaffende Flüssigkeit entweder durch unmittelbaren Druck oder aber durch Centrifugalkraft in Bewegung gesetzt wird.

Von der Schwierigkeit abgesehen, mit welcher sich jedes dieser beiden Systeme zur Anwendung bringen lässt, so muß das erstere davon schon darum als das vollkommenere angesehen werden, weil es gestattet, die angewendete Kraft mit der größtmöglichen theoretischen Leistung auszunützen. Erwägt man nun, dass die durch directen Druck wirkenden Apparate ferner nicht allein zur Bewegung der Flüssigkeiten, sondern auch umgekehrt bei Benützung strömender und sinkender oder sich ausdehnender Flüssigkeiten zur Bewegung der Mechanismen selbst benützt werden können, was bei den durch Verwertung der Trägheit wirkenden Apparaten keineswegs der Fall ist, indem die zu benutzenden Flüssigkeiten zu diesem Zwecke factisch nur durch den von ihnen ausgeübten Druck wirksam gemacht werden können, so muß es um so wünschenswerter erscheinen, einen auf dem ersterwähnten Principe beruhenden Apparat ausfindig zu machen, der in Beziehung auf theoretische so wie effective Leistung das meiste bietend, auch was Einfachheit betrifft, den in dieser Beziehung sich allerdings auszeichnenden Centrifugalapparaten nicht sehr nachstehen würde.

Bei den durch Druck wirkenden Apparaten unterscheidet man nun bekanntlich des weiteren solche mit absetzender (zumeist geradliniger) und andere mit stetiger Kreisbewegung. Alle in die erste Kategorie fallenden Maschinen, seien es nun Motoren, wie Dampf-, Wasser-, Säulen- und sonstige derlei Maschinen, oder auch Arbeitsmaschinen, wie Pumpen, Gebläse u. s. f. werden, wie es scheint, den oben gestellten Forderungen niemals entsprechen. Sie wirken nicht nur sehr ungleichförmig, sondern ihre Construction erheischt nebst dem den Druck aufnehmenden Kolben, noch vielfache Maschinentheile, als Gestänge, Ventile, Schieber u. s. f., daher dieselben schwer herzustellen sind, häufige Reparaturen erfordern, so wie große Kraftverluste herbeiführen.

*) Durch das Interesse, welches vorstehender Aufsatz zu erwecken geeignet ist, glaubt sich die Redaction entschuldigt, wenn sie ihn, der ein bloßes Project enthält, unter die Artikel aufnimmt, welche meist ausgeführte Arbeiten besprechen. Die sehr nett entwickelte Idee scheint auch einer Vervollkommenung und Anwendung in der Praxis sehr fähig zu sein und könnte vor Allem die Fußung des Kolbens durch eine offene getheilte Kette leicht und sicher bewirkt werden. So angeordnet, würde als erstes practisches Beispiel ein Ventilator hergestellt sein, der an Nutzeffect und sogar an Windpressung selbst die besten Centrifugalventilatoren weit überreffen dürfte.

Die Redaction.

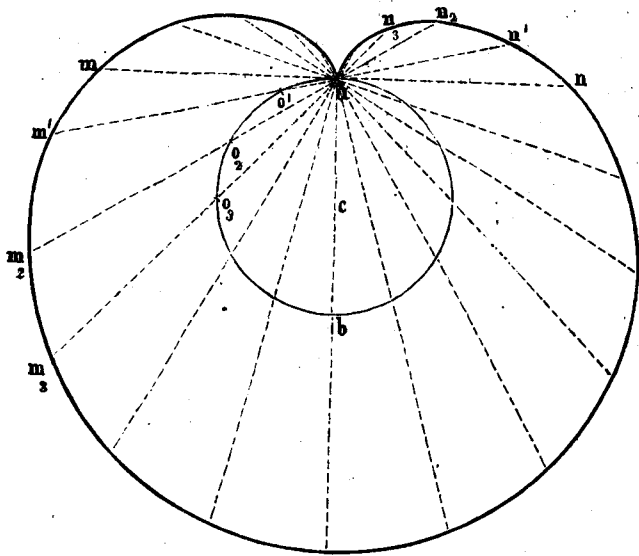
Da die Ursache dieser Nachteile schon in dem Constructionsprincip dieser Maschinen selbst, nämlich in ihrer absetzenden Bewegung, zu suchen ist, so ist es klar, dass die so eingerichteten Maschinen kaum jemals der größtmöglichen Vollkommenheit nahekomen werden. Weil aber dieß von der in die zweite Klasse fallenden Maschine nicht gesagt werden kann, so dürfen die rotirenden und durch unmittelbaren Druck continüirlich wirkenden Maschinen im Allgemeinen gewiß nicht nur als die den größtmöglichen Effect versprechenden, sondern auch als die natürlicheren und zur Vervollkommenung geeigneteren angesehen werden.

Dass gerade das Princip der rotirenden und dabei durch Druck wirkenden Maschinen nur in sehr vereinzeltten Zweigen der Mechanik sich Bahn gebrochen hat, davon liegt die Ursache nun freilich darin, dass es noch nicht gelang, eine in allen Fällen anwendbare und dabei möglichst einfache und vortheilhafte Form dafür aufzufinden.

Von allen bisher aufgetauchten Systemen von Rotations-Dampfmaschinen hat noch keines eine größere Allgemeinheit erlangt. Die Rotationspumpen sind deßgleichen noch nicht sehr verbreitet und alle bisher bekannten rotirenden Gebläse, worunter auch der im polytechnischen Journal vom Jahre 1866 Heft 2, beschriebene Druckventilator von Ramay gehört, lassen in Bezug auf Einfachheit und Leistungsfähigkeit viel zu wünschen übrig. Und dennoch muß es möglich sein, auf Grund dieses Principes eine Vorrichtung zu construiren, die die größte Einfachheit mit der ergiebigsten Leistung verbindend, mit geringen Modificationen sowohl als Dampfmaschine, als Wind- und Wasserrad, so wie auch als Rotationspumpe, als Gebläse, Ventilator, ja bei gehöriger Vervollkommenung selbst als Luftpumpe mit Vorthail angewendet werden könnte.

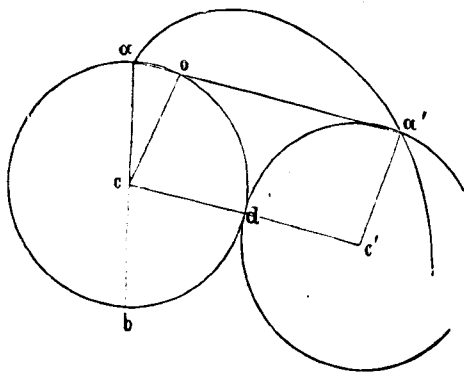
Wenn daher von den nun stets häufiger auftauchenden Systemen von derlei rotirenden Dampfmaschinen, Pumpen u. s. f. noch keines den Preis der Einfachheit und möglichen Vollkommenheit errungen hat, so muß das Bestreben: das diesen Systemen zu Grunde liegende natürlichste Bewegungsprincip durch Auffindung einer zweckentsprechenden Vorrichtung zur Geltung zu bringen, denn doch immerhin als ein berechtigtes und verdienstliches angesehen werden, daher auch der folgende hierauf Bezug habende Gedanke vielleicht wenigstens dem schaffenden Constructeur nicht unwillkommen sein dürfte, zumal es in der That den Anschein hat, dass das in der nachfolgenden Darstellung erläuterte Constructionsprincip einer rotirenden Bewegungs- oder Arbeitsmaschine bereits sehr einfach ist, und zugleich den möglichst größten Effect verspricht.

Denkt man sich durch einen Punkt a eines Kreises vom Durchmesser ab in verschiedenen Richtungen strahlenförmige Linien gezogen, auf dieselben sodann aus den Punkten $0_1, 0_2$ und 0_3 , in welchen sie den Kreis durchschneiden, stets zu beiden Seiten den Durchmesser ab aufgetragen, so dass $ab = am = o_1 m_1 = o_2 m_2 = \dots$ und $= an = o_1 n_1 = o_2 n_2 = \dots$ u. s. f. wird, so erhält man durch Verbindung der so bestimmten Punkte $m_1 m_2 \dots n_1 n_2 \dots$ genau die Epicycloide, welche der Punkt a beschreiben würde, wenn derselbe in der Peripherie eines zweiten, mit dem ersten gleich großen und sich an diesem wälzenden Kreises gelegen wäre.



Der Beweis dafür ist folgender:

a^1 sei ein Punkt einer solchen Epicycloide, wobei c der Mittelpunkt des Grund- und c^1 der Mittelpunkt des sich wälzenden Kreises ist. Der Punkt a^1 würde in der gewöhnlichen Weise bestimmt worden sein, indem man c mit c^1 verbunden, und da die Kreise gleiche Größe haben, einfach $\text{arcus } ad = \text{arcus } da^1$ gemacht hätte.



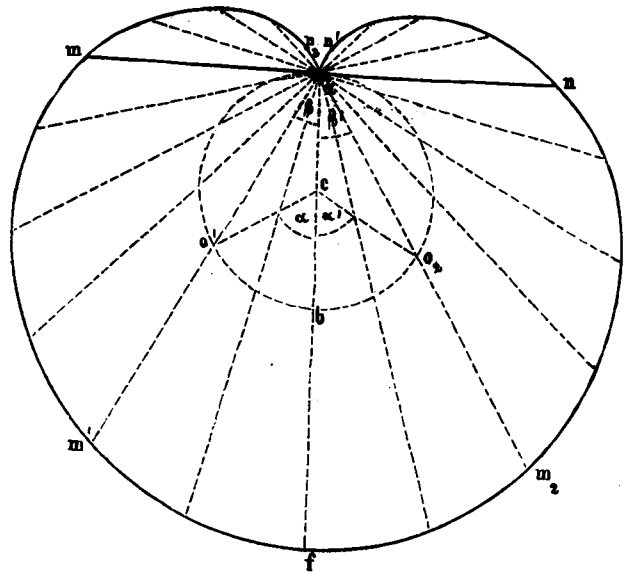
Verbindet man a mit a^1 und den Durchschnittspunkt o mit c , so ist die Figur $a^1 o c c^1$ offenbar ein Parallelogramm. Denn da $\text{arc. } ad = \text{arc. } a^1 d$, so ist auch $\angle acd = \angle d c^1 a^1$; da ferner auch $ac = a^1 c^1 = \frac{ab}{2}$ ist, so muß $aa^1 \parallel cc^1$, so wie, weil auch $oc = a^1 c^1 = \frac{ab}{2}$ ist, desgleichen $a^1 c^1 \parallel oc$ und somit auch $a^1 o = cc^1 (= ab)$ sein.

Umgekehrt muß eben auch, wenn $oa^1 = ab (= cc^1)$ gemacht wird, auch $\text{arc. } a^1 d = \text{arc. } ad$, d. h. a^1 ein Punkt der Epicycloide sein, was zu beweisen war.

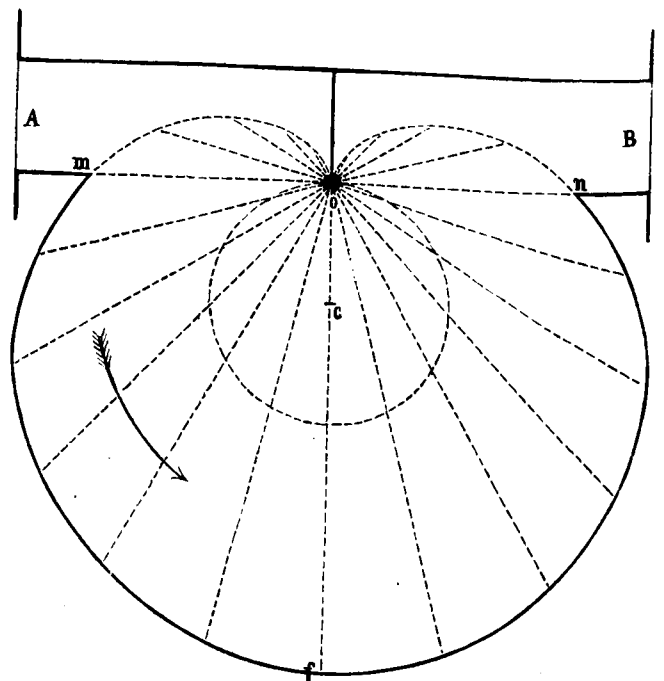
Betrachtet man nun die oben entwickelte Construction dieser Epicycloide näher, so findet man bald, dass die letztere durch die Endpunkte eines Stabes mn von der Länge $2ab$ beschrieben gedacht werden kann, wenn man sich vorstellt, dass sich der Mittelpunkt a dieses Stabes in der Kreislinie $ao_1 b o_2 a$ bewegt.

Hiebei ist jedoch zu bemerken, dass während das Mittel des Stabes mn in diesem Kreise einmal herumgeht, das Ende m desselben die Linie $mm_1 f m_2 m$, und das andere Ende n die übrige Länge $nn_1 a n_2 n$ beschreiben, daher der Stab

selbst in dieser Zeit nur eine halbe Umdrehung um seine eigene Achse vollenden müsse.

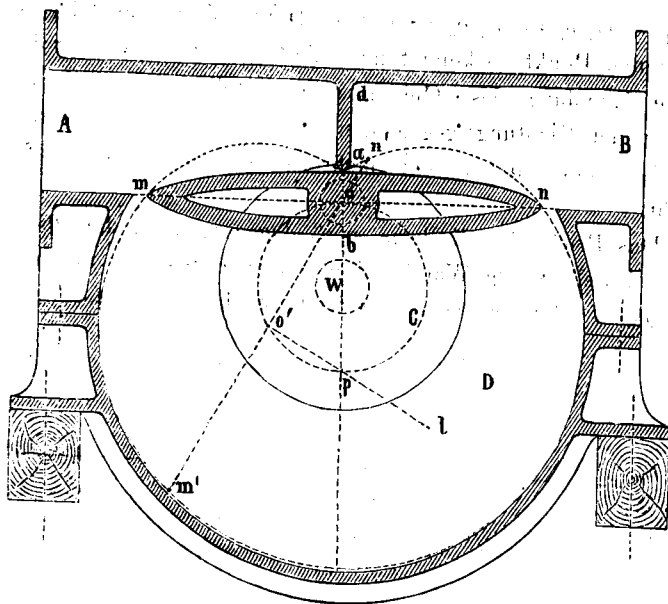


Die Bedingung der Verzeichnung einer solchen Epicycloide durch die Endpunkte eines Stabes mn ist demnach nicht nur, dass der Mittelpunkt desselben in einer gewissen Richtung einen Kreis von dem Halbmesser $\frac{1}{2} mn$ beschreibt, sondern auch, dass derselbe während dieser einen Umdrehung gleichzeitig eine halbe Tour um seine eigene Achse in derselben Richtung, oder was dasselbe ist, in Beziehung auf den Mittelpunkt des von seiner Achse beschriebenen Kreises, eine halbe Tour in der umgekehrten Richtung vollbringt. Dass die Rotation des gedachten Stabes hierbei eben so gleichmäßig wie die Revolution desselben zu geschehen habe, ist klar, indem, wenn die Centriwinkel $\alpha \alpha' \dots$ einander gleich sind, es auch die Peripheriewinkel $\beta \beta' \dots$ sein müssen.



Man denke sich nun an Stelle des erwähnten Stabes mn einen viereckigen Kolben. Derselbe sei um seine Achse o , so wie mit dieser um eine zweite Achse c (in dem Abstände von $\frac{1}{2}$ der Kolbenlänge) drehbar.

Der obere Theil des Gehäuses läuft nun in die beiden Rohrstützen *A* und *B* aus, welche bei *a* durch die fixe Wand *a d* geschieden werden.

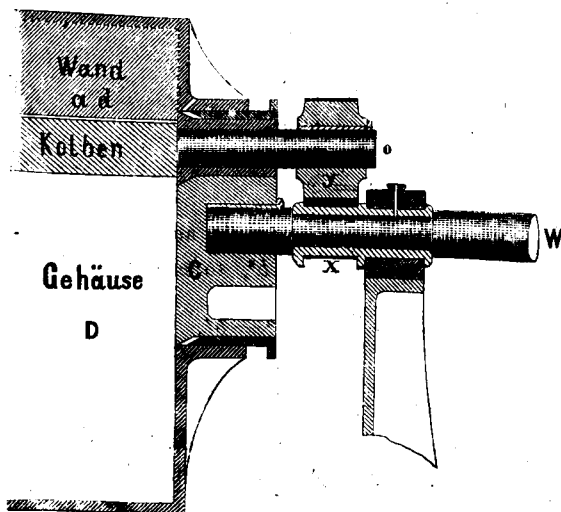


Durch zwei an der Antriebswelle *W* sitzende Scheiben *C*, welche in den Deckeln *D* des Gehäuses drehbar angebracht sind, geht die Achse *o* des Kolbens hindurch, welche dann außerhalb des Gehäuses durch Vermittlung eines eigenen Getriebes von der Hauptwelle *W* aus während einer Umdrehung dieser letzteren um die halbe Tour zurückbewegt wird.

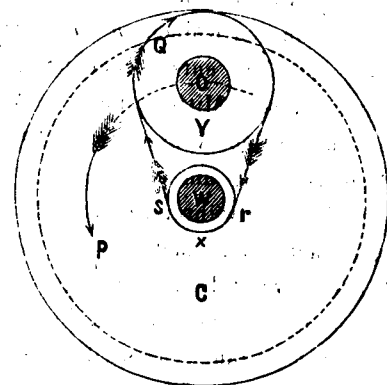
Da bei jeder Stellung des Kolbens, also auch z. B. bei jener in *m' o' n'*, die aus dem Mittel *o'* desselben auf seine Länge nach abwärts gefällte Senkrechte *o' l* stets den Endpunkt *p* des Kreisdurchmessers *op* treffen muß, so könnte man die bedingene Bewegung des Kolbens auch dadurch bewirken, dass man an seine Achse außerhalb des Gehäuses einen Stab senkrecht auf den Kolben befestigt, und ihn zwingt, sich stets durch den Punkt *p* hindurch zu bewegen.

Allein da der Stab *o' p l* in diesem Falle sowohl die Führung in *p* als auch die Welle *W* passiren muß, so führt diese Combination in Bezug auf die Anordnung der einzelnen Maschinenteile zu große Unbequemlichkeiten mit sich.

Ein entsprechender Mechanismus zur Erzielung der hier bedingten Kolbenbewegung scheint mir vielmehr der folgende zu sein:

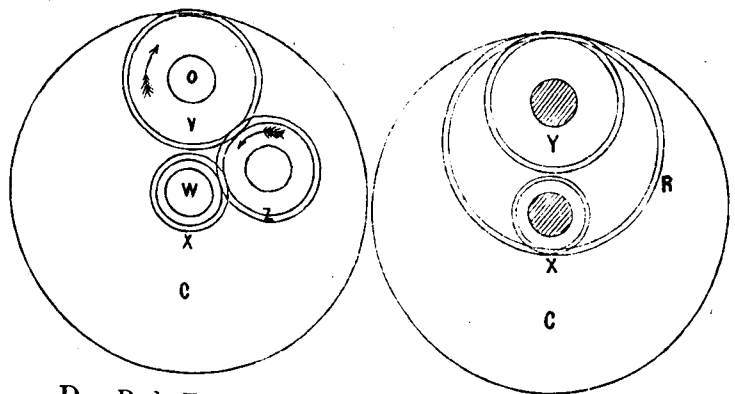


Concentrisch mit der Antriebswelle *W* sei außerhalb des Cylinders eine irgend auf dem Gestelle befestigte unbewegliche Riemenscheibe *X* angebracht, die demnach einen Ring bildend, die Welle *W* lose umschließt. Auf der Kolbenachse *o* sei eine zweite Riemenscheibe *Y* aufgekeilt, die genau zweimal so groß ist, als die Scheibe *X*. Denkt man sich nun beide Schei-



ben mittelst eines offenen Riemens verbunden, so ist es klar, dass, wenn die Achse *o* in der Richtung des Pfeiles *P* eine Tour um *W* vollbringt, die Scheibe *Y* durch Aufwicklung des Riemens bei *r* und Abwicklung desselben bei *s* in der Richtung des Pfeiles *Q* eine halbe Tour werde durchmachen müssen.

Zur Erzielung eines genaueren Ganges können anstatt der beiden Riemenscheiben *X* und *Y* auch zwei Zahnräder von dem Verhältnisse 1 : 2 angewendet werden. Diese dürfen jedoch nicht unmittelbar, sondern erst durch Vermittlung eines dritten Rades *Z* mit einander in Verbindung treten, und es muß sich dann die Achse dieses Zwischenrades *Z* mit der Scheibe *C* weiterbewegen.

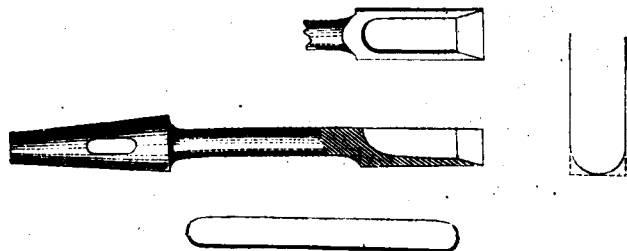


Das Rad *Z* kann übrigens auch durch einen, die beiden Räder *X* und *Y* einschließenden nach Innen verzahnten Ring *R* ersetzt werden, welcher dann offenbar nur die Stelle des Riemens vertritt.

Da aber diese Räderverbindung in den meisten Fällen auf einen zu kleinen Raum zusammengedrängt und daher auf zu geringe Dimensionen reducirt werden müßte, so dürfte sich bei der Wahl dieses Bewegungsmodus eine Riemen- oder besser eine Kettenverbindung noch am ehesten empfehlen.

Der hier beschriebene Apparat als Ventilator construiert, erfordert bei der Ausführung keine minutiöse Genauigkeit. Es dürfte des leichteren Ganges desselben wegen sogar angezeigt sein, denselben so herzustellen, dass zwischen dem Kolben einerseits und der inneren Wandung des Cylinders andererseits allorts ein kleiner Spielraum bleibt, welcher um

die erste, um in die rechte Entfernung gestellt zu werden und den nöthigen Vorgriff für das Werkzeug zu erhalten. Das zu bearbeitende Holz wird auf einem Tische vor der Bohrspindel befestigt und kann durch die verticale Verschiebung dieses Tisches gehoben und gesenkt, also in richtiger Höhe eingestellt werden. Aus der drehenden Bewegung des Bohrers, der vorrückenden desselben gegen das Holz und der alternirenden des ganzen Bohrkopfes entsteht dann eine Nuth von nachstehender Form, welche mehr oder weniger tief oder auch ganz durch das Holz durchgehen kann. Um aber die halbrunden Enden dieser Nuth oder dieses Schlitzes rechtzeitig zu gestalten, kann folgendes Verfahren angewendet werden

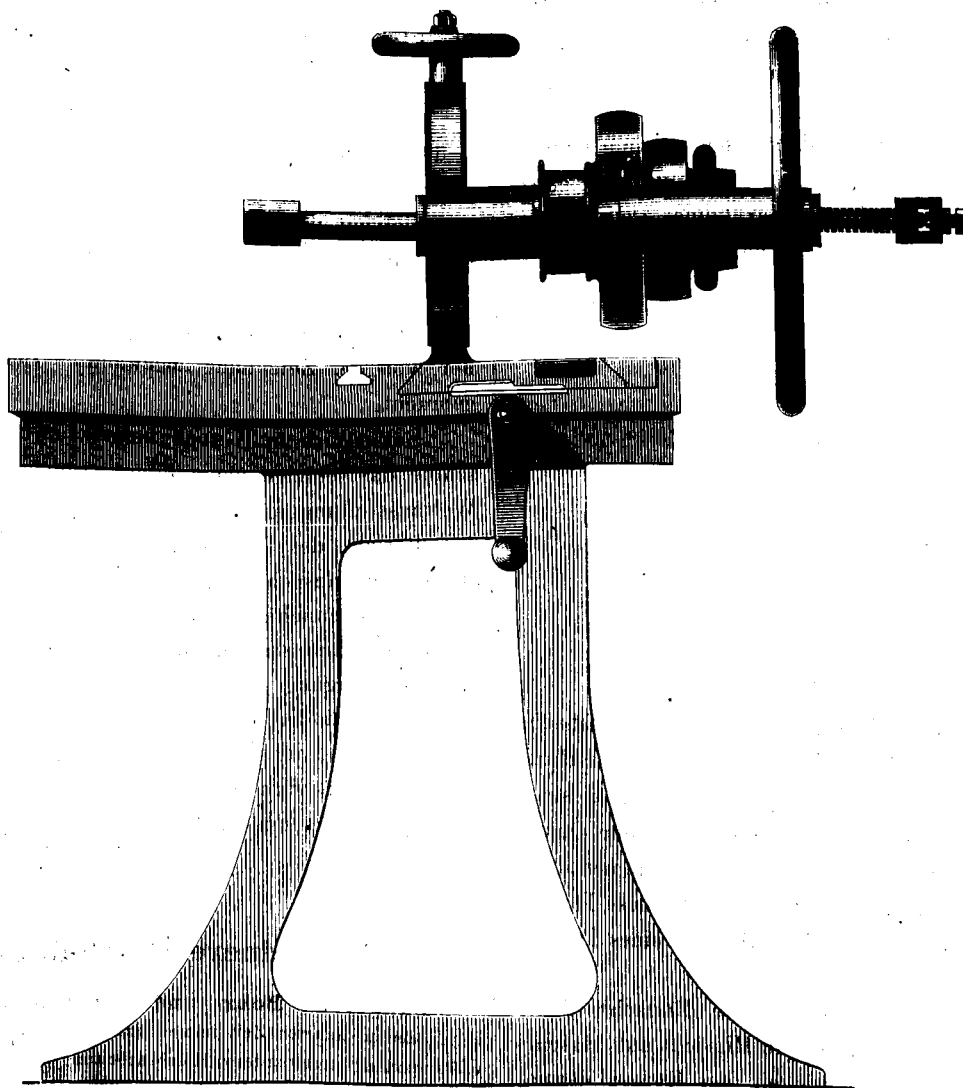


In die Bohrspindel kommt statt des Bohrers ein rechtwinkliges hohles Stemmeisen. Die Bohrspindel wird still gesetzt und mittelst eines Stiftes, der in eines der Löcher einer genauen Viertheilung eingreift, in ihrer Lage erhalten. Hierbei hat das Stemmeisen die nebenstehend punktirte Stellung. Wird nun die Bohrspindel durch die Schraube oder den Hobel, welche beim Bohren ihre Vorrückung bewirken, vorwärts bewegt, so schneidet das Stemmeisen das halbrunde Ende des Schlitzes rechteckig aus. — Es ist leicht abzusehen, dass durch verschiedene Combination der Bewegungen und Werkzeuge mannigfache Arbeiten mit dieser Maschine gemacht werden können. Als Uebelstand stellte sich jedoch bald die verticale Verstellung des Tisches heraus. Denken wir uns z. B. den Langbaum eines Eisenbahnwagens, welcher in verschiedenen Entfernungen und Höhen Bohrungen und Schlitzte erhält. Sein Gewicht und seine Länge fordert außer der Auflage auf der Maschine Unterstützung und zwar am äußeren Ende, also ziemlich entfernt von der Maschine.

Wird nun die Höhe des Tisches verändert, um die richtige Einstellung für einen neuen Schlitz zu finden, so muß auch die Unterstützung verstellt werden und zwar genau so, dass der Langbaum wieder horizontal liegt, weil sonst ein schiefer Schlitz entstünde.

Diese Operation ist zeitraubend und unsicher. Schreiber dieses, vom Vorstande der Wagenbauwerkstätte der St.-E.-G. in Pest zuerst hierauf auf-

Fig. 1.



merksam gemacht, entwarf nun die in den folgenden Holzschnitten (siehe Fig. 1, dann Fig. 2 und Fig. 3 auf Seite 191) in drei Ansichten dargestellte Construction, welche alle Elemente der Bewegung beibehält, wie sie bei den älteren Maschinen vorkommen. Die Einstellung des Bohrers in vertikalem Sinne geschieht aber dadurch, dass derselbe in einem Arme gelagert ist, welcher sich um das Mittel der Antriebsscheibe drehen kann. Dieser Arm kann durch eine Schraube mit Handrad gehoben und gesenkt werden und wird nach jedesmaliger Einstellung durch eine Schraube, deren

Mutter gleichfalls in einem kleinen Handrade enthalten ist, fixirt. Der einfachen Ausführung halber ist der Schlitz im Führungsständer gerade gehalten und hat die Fixirungsschraube im radialen Arme seitliches Spiel, um diesen Ausschlag zu erlauben. Natürlich bleibt bei dieser Anordnung der Tisch in seiner Lage unverrückt und können auch seitwärts die nöthigen Unterstützungen immer in derselben Höhe verbleiben, so dass der Arbeiter nur an der Maschine selbst zu thun hat und seine Verrichtungen bedeutend vereinfacht und beschleunigt werden.

C. P.

Fig. 2.
Seitenansicht.

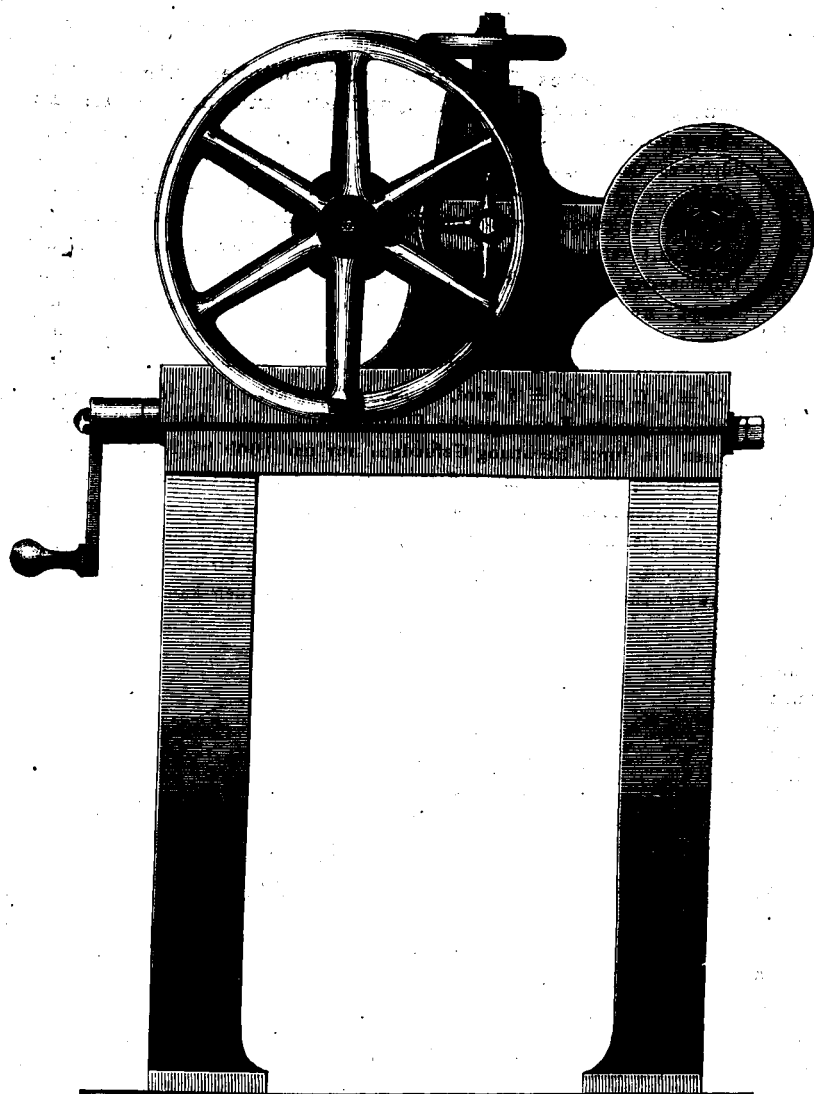
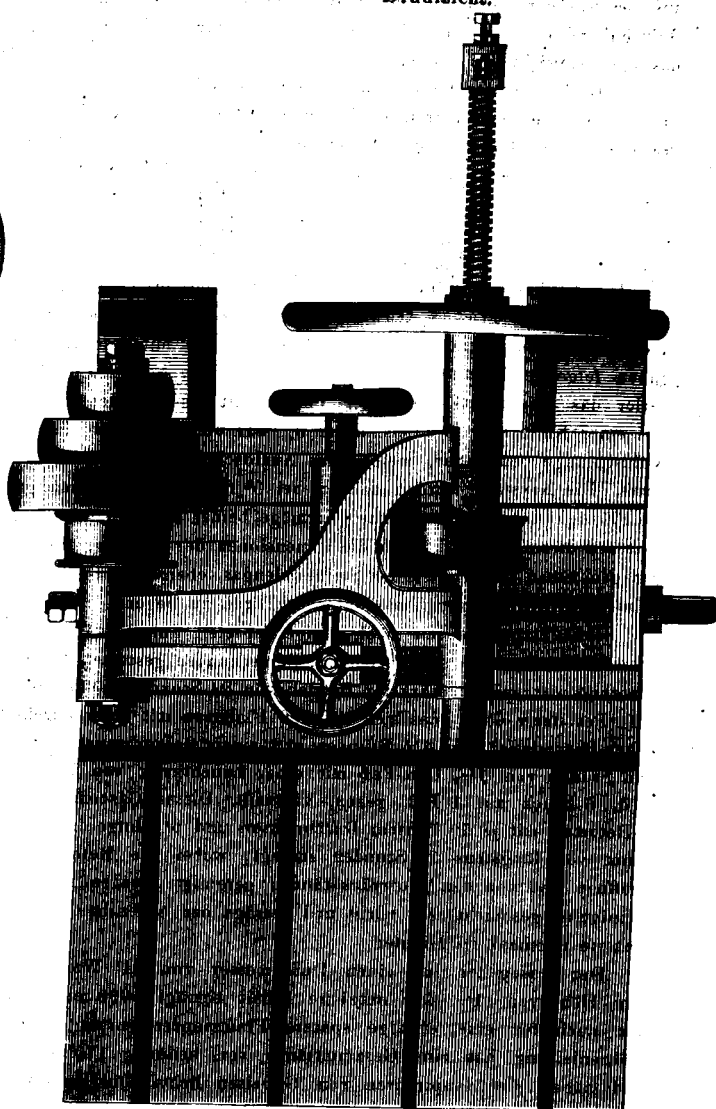


Fig. 3.
Draufsicht.



Die neue Gasbeleuchtungsanlage nach dem Systeme des Professors Ch. Hirzel in Dreher's Brauerei zu Kleinschwechat. — Die Brauerei des Herrn A. Dreher in Kleinschwechat ist nun bereits seit drei Monaten mit Leuchtgas beleuchtet, welches nach dem Systeme des Herrn Professor Ch. Hirzel aus Leipzig, aus Petroleumrückständen, Petroleumtheer etc. erzeugt wird. Die günstigen Resultate, welche gegenwärtig daselbst erzielt werden, veranlassen mich, einige nähere Daten über die Art und Weise der Gaserzeugung, über die Größe dieser Anlage, über verschiedene Eigenschaften dieses Gases, und über die Kosten des erzeugten Gases bekannt zu geben.

Dieses Gas wird ebenso wie Steinkohlengas in glühenden Retorten erzeugt, nur werden hier der Retorte statt dass selbe mit Steinkohle gefüllt wird, Petroleumrückstände in dünnem gleichmäßigem Strome zugeführt. Das gleichmäßige Zuführen des Rohstoffes in die Retorte war eine Hauptaufgabe, welche bei diesem Apparate berücksichtigt werden mußte; dieselbe wurde vom Herrn Professor Hirzel auf eine sehr schöne und einfache Art gelöst. Der Rohstoff wird durch eine Pumpe *a* (siehe die Zeichnung auf Blatt Nr. 26), die vermittelt Flaschenzug *b* und einem kleinen Hebzeug *c* aufgezogen werden kann, der Retorte derart zugeführt, dass derselbe durch das eigene Gewicht des Pumpenkolbens und Anlegen von Belastungsgewichten auf denselben in die Retorte gedrückt wird. Zur ferneren Regulirung der Zuführung befindet sich auf der Achse der Seilrolle vom Hebzeug ein verstellbarer Windflügel *d* und ein Signalapparat *e*; ferner ist zwischen dem Zuführungsrohr nach der Retorte ein Regulirhahn *f* und ein Probihahn *g* angebracht. Durch die nach jeder Umdrehung des Flügels langsamer oder schneller abgegebenen Glockensignale ist der betreffende Arbeiter in der Lage, durch Abnehmen oder Zuliegen von Belastungsgewichten, durch den Regulirhahn oder durch Verstellung der Windflügel, die Zuführung zu reguliren. Die

Pumpe steht in dem Theerreservoir *h*. (Ich erlaube mir von nun an statt des Ausdruckes Rohstoff kurzweg die Bezeichnung Theer dafür einzuführen.) In diesem Reservoir kann der Theer, wenn zu dickflüssig, durch die Retortenfeuerung vorgewärmt werden. Das Feuer wird entweder direct in den Camin *i* geleitet, oder passirt vorher noch das Reservoir. Zur Benützung des einen oder anderen Falles bedient man sich der Schieber *k* oder *l*. Sobald die Retorte *m* in Rothglühhitze gebracht ist, wird derselben der Theer auf die oben erwähnte Weise zugeführt und nehmen die sich entwickelnden Gase ihren Weg durch die Vorlage *n* und den Reiniger *o* in die Gasglocke. Da das aus galizischen oder walachischen Theer erzeugte Gas nicht ganz schwefelfrei ist, so muß dasselbe mit Lamming'scher Masse gereinigt werden; dieselbe wird jedoch nur in äußerst geringer Quantität angewandt. Von der Vorlage geht ein Rohr *p*, welches in einen Siphons *q* ausmündet, nach dem Theerreservoir, um den sich in der Vorlage condensirenden Theer wieder zur Verarbeitung zu bringen. Die Vorlage ist bis zu einer gewissen durch das Rohr *p* bestimmten Höhe mit Theer gefüllt und taucht das Eingangsrohr *r* so tief in denselben ein, dass bei dem Öffnen der Retorte der Druck des Gases von der Glocke den Theer in dem Rohr so hoch stellt, dass ein vollkommener Abschluss gebildet ist. Bei Anwendung von mehreren Retorten, wobei alle Uebersteigröhren derselben in eine gemeinschaftliche Vorlage einmünden, wird hiedurch auch das Ueberströmen von Gas aus der einen in die andere verhindert. Von der Vorlage gelangt das Gas in den Reiniger. In diesem hat es zuerst Coks oder Ziegelstücke und sodann die Lamming'sche Masse zu passiren, um als vollkommen gereinigt in der Glocke aufgefangen werden zu können. Die Coks oder Ziegelstücke bezwecken die, noch etwaigen überdestillirten Theertheilchen, welche nicht schön in der Vorlage zurückgeblieben, zurückzuhalten und durch den Siphon *s* der nochmaligen Verarbeitung zuzuführen. Die

Theergattungen, welche verarbeitet wurden, waren zum größten Theil aus der Raffinerie des H. Gustav Wagemann in Wien, zum Theil aus Galizien und der Walachei. Das spec. Gewicht war im Durchschnitt 0.94, das spec. Gewicht des condensirten Theers 1.2.

In Beziehung der Leuchtkraft dieses Gases haben sich durch mehrfach angestellte photometrische Versuche folgende Resultate ergeben:

Brenner Nr.	Consum p. Stunde	Cub.-F. Petroleum-Gas Lichtl.	1 1/2 Millikerzen v. d. 6 auf 1 Pfd. geben.
" 2	" 8/10	" 28 3/4	" " " "
" 3	" 4 1/10	" 6 1/8	" " " "
" 4	" 2	" 10 3/8	" " " "
" 5	" 2 1/10	" 13 1/2	" " " "
" 6	" 2 1/10	" 15 3/8	" " " "

Durch diese Resultate kann mit Bestimmtheit eine dreifache Leuchtkraft dieses Gases gegenüber dem Wiener Steinkohlengas angenommen werden. Die Versuche mit dem Kühlapparat gaben folgende Resultate: Bis zu einer Kälte von 20° Cels. unter 0 verlor das Gas nichts von seiner Leuchtkraft und condensirte Nichts. Bei einer Kälte von 25° Cels. unter 0, war eine Krystallbildung in der Kühllange bemerkbar, welche das Auslösen der Flamme zur Folge hatte. Die Krystalle wurden nahezu bei 0° flüssig und verflüchtigte sich die Flüssigkeit bei 3—4° Wärme. Vermöge beider obenangeführten Eigenschaften dieses Gases, können die Dimensionen der Leitungsröhren geringer genommen werden wie bei Steinkohlengas, ebenso brauchen dieselben in nicht so bedeutender Tiefe unter der Erde zu liegen.

Schließlich seien mir noch einige, speciell auf die Anlage in der Schwechater Brauerei sich beziehende Bemerkungen gestattet. Die Brauerei benötigt während des stärksten Betriebes in 24 Stunden 5000 engl. Cub.-Fuß Petroleum-Gas, das sich auf 700 Flammen mit einer durchschnittlichen Brenndauer von 4 1/2 Stunden und einem Gasverbrauch per Flamme und Stunde von 1 1/2 Cub.-Fuß mit einer Leuchtkraft von 7 Millikerzen, v. d. 6 Stück auf 1 Pfd. gehen, vertheilt. Dieses Gasconsumo wird in 2 Retorten mit je 7" lichte Durchmesser und 6' Länge in einem Zeitraum von längstens 18 Stunden erzeugt, wobei die Retorten zweimal geöffnet und von den Theerrückständen gereinigt werden müssen. Diese Reinigung geschieht sehr leicht und beträgt der Aufenthalt jedesmal per Retorte maximal 10 Minuten.

Der Gasometer hat einen Durchmesser von 24' Wien.-Maß und eine Höhe von 11'. Der nutzbare Inhalt beträgt 5000 engl. Cub.-Fuß, der auch für eine etwaige spätere Flammenvermehrung genügt. Die Röhrenleitung hat eine Gesamtlänge von beiläufig 17000' Wien.-Maß und haben die Hauptröhren von Gußeisen lichte Durchmesser von 4" und 3"; die übrige Gesamtleitung sind lauter schmiedeeiserne Röhren mit einem lichte Durchmesser von 2"—3/4". Um beim Auswechseln der einen oder anderen Retorte keine Unterbrechung zu erleiden, wird eine Reserveretorte angelegt. Zum Betriebe während der Sommermonate reicht die Production mit einer Retorte hinlänglich aus.

Aus einem Zentner Theer wurden im Minimum 1250, im Maximum 1400 Cub.-Fuß engl. Gas erzeugt, was einer durchschnittlichen Erzeugung von 1325 Cub.-Fuß engl. gleich kommt. Per Retorte werden stündlich 150 Cub.-Fuß engl. Gas erzeugt. Der Preis des Theeres stellt sich loco Kleinschwechat mit fl. 8. W. 5. Zur Erzeugung von 1000 Cub.-Fuß engl. Gas benötigte man 50 Pfd. Kohle, die per Zentner auf 60 kr. zu stehen kommt. Der Verlust an Gas in der Rohrleitung, von der bis jetzt nur zwei Drittel benützt wurden, beträgt 5%. Die Kosten dieser Anlage mit Inbegriff der Röhrenleitung und Installation beiläufig fl. 8. W. 20.000, ohne Rohrleitung und Installation circa fl. 8. W. 7000.

Bei der folgenden Calculation der Kosten des Gases ist die Erzeugung von Gas aus einem Zentner Theer als Minimale, nämlich mit 1250 engl. Cub.-Fuß angenommen. Bei einer monatlichen Consumption von 150.000 engl. Cub.-Fuß, mit Inbegriff der 5% Verlust in der Rohrleitung 157.500 Cub.-Fuß beträgt der Verbrauch an Theer 125%, Zentner und der Verbrauch an Kohle 108% Zentner im Maximum. Es stellt sich demnach der Preis von 333 Cub.-Fuß engl. Petroleum-Gas als Aequivalent von 1000 Cub.-Fuß engl. Steinkohlen-Gas, da ersteres, wie ich früher zeigte, eine dreifach stärkere Leuchtkraft als letzteres besitzt, wie folgt:

Verbrauch an Theer pr. Monat 125%, Ztr. à fl. 8. W. 5	= fl. 8. W. 628.—
" " Kohle " 108% " " 60 kr.	= " " 65.25
Kosten der Reinigung " " " " fl. 1	= " " 1.—
Bedienung des Apparates 2 Mann à fl. 30	= " " 60.—
Unterhaltungskosten " " " " " "	= " " 20.—
Amortisation von fl. 8. W. 7000 zu 10% per Monat	= " " 58.33
Verzinsung " " " 7000 " 5% " " "	= " " 29.17

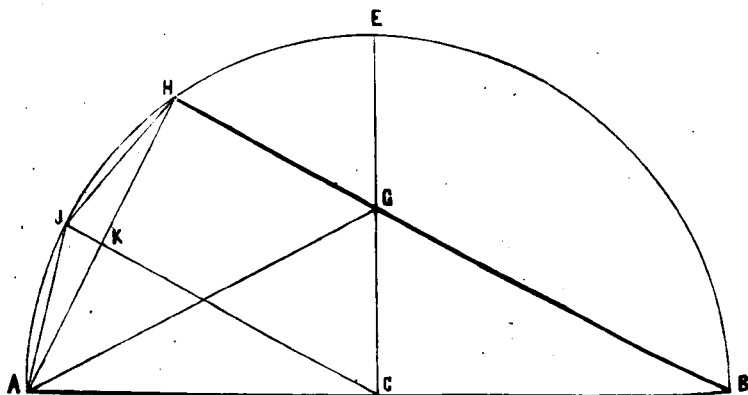
Macht per Monat für 150.000 Cub.-Fuß engl. fl. 8. W. 861.75

woraus durch eine einfache Rechnung folgt, dass 333 engl. Cub.-Fuß Petroleum-Gas, die an Leuchtkraft gleich 1000 engl. Cub.-Fuß Steinkohlen-Gas sind, auf fl. 1.91 zu stehen kommen.

G. Brock, Ingenieur.

Practisches Verfahren, Kreisflächen hinreichend genau in flächengleiche Quadrate und umgekehrt zu verwandeln. — Für den ausübenden Constructeur und Architekten dürfte es von einigem Interesse sein, ein einfaches Constructionsverfahren kennen zu lernen, mittelst welchem man eine Kreisfläche, innerhalb den Grenzen der constructiven Genauigkeit in ein flächengleiches Quadrat und umgekehrt verwandeln kann. Bei in nebenstehender Figur 1 AB der Durchmesser jener Kreisfläche, welche in ein flächengleiches Quadrat verwandelt werden soll, ADB der über demselben construirte Halbkreis und CE der auf dem Durchmesser senkrecht gezogene Halbmesser. Zieht man nun (natürlich durch Versuche zu ermitteln) die Sehne BH so, dass $AJ = JH = GE = b$ wird, so ist BH die Seite jenes Quadrates, welches mit diesem Kreise gleiche Fläche besitzt. Die construirte BH ist gegen die durch Rechnung Gefundene nur um 0.000106 Theile des Halbmessers zu klein — eine Differenz, welche für die Construction als gar nicht vorhanden betrachtet werden kann, da selbe z. B., wenn der Halbmesser gleich einer Klafter ist, was bei Zeichnungen doch schon selten vorkommt, erst 0.0916 Linien beträgt, also eine Größe, die mit einem gewöhnlichen Zirkel kaum mehr abgenommen werden kann.

Fig. 1.



Um nun die Behauptung, dass die construirte BH nur um 0.000106 Theile des Halbmessers zu klein ist, zu rechtfertigen, sei in Kürze der Beweis für obige Construction mitgetheilt. Ziehen wir in obiger Figur noch die Sehne $AH = 2d$, ferner $AG = f$, JC , wovon $KC = h$ und $KJ = c$ sei und nennen wir den Halbmesser r und die $CG = g$, so erhält man durch eine einfache Rechnung die Grundgleichungen

$$b + g = r = c + h, \quad b^2 = c^2 + d^2, \quad r^2 = d^2 + h^2,$$

$$f^2 = 4d^2 + c^2 = r^2 + g^2 \quad \text{und} \quad 4r^2 = 4d^2 + (c + f)^2.$$

Eliminirt man aus diesen Gleichungen alle Größen bis auf f und r , so erhält man zwischen f und r die Eliminationsgleichung

$$f^{12} - 16r^2 f^{10} + 80r^4 f^8 - 136r^6 f^6 + 64r^8 f^4 + 16r^{12} = 0.$$

Setzt man hier $r = 1$, so geht diese Gleichung über in

$$f^{12} - 16f^{10} + 80f^8 - 136f^6 + 64f^4 + 16 = 0.$$

Eine Wurzel dieser Gleichung liegt zwischen 1 und 2, da $BG = f$ als Hypotenuse des Dreiecks BGC größer als $BC = r = 1$ und als Theil der Sehne BH kleiner als BH , also um so mehr kleiner als $2r = 2$ sein muß. Durch irgend eine der Näherungsmethoden findet man leicht, dass $f > 1.128447$ und < 1.128448 ist. Da nun aus der Aehnlichkeit der

Dreiecke ABH und BCG folgt $BH = \frac{2r^2}{f}$ oder wegen $r = 1$,

$$BH = \frac{2}{f}, \quad \text{so wird, wenn wir für } f \text{ den Wert } 1.128447 \text{ setzen,}$$

$$BH = 1.772347.$$

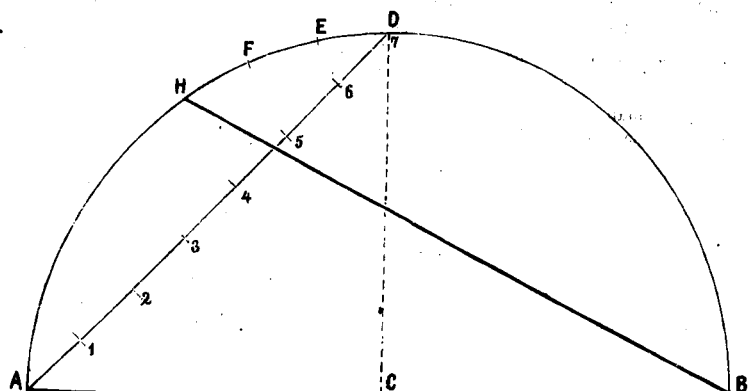
Bezeichnen wir die Seite des mit dem Kreise flächengleichen Quadrates mit a , so ist bekanntlich $a = r\sqrt{\pi}$ oder wegen $r = 1$, $a = \sqrt{\pi} = 1.772453$. Wenn wir a mit BH vergleichen, folgt augenblicklich $a - BH = 0.000106$. Unsere früher aufgestellte Behauptung ist also richtig.

Für den practischen Gebrauch sei jedoch Folgendes bemerkt. Es lässt sich sehr leicht beweisen, dass der Winkel ABH für alle Kreise constant ist. Hat man daher die Sehne BH durch Versuche für einen bestimmten Halbmesser ermittelt, so braucht man in jedem speciellen An-

wendungsfall nur den gegebenen Halbmesser von B aus auf AB aufzutragen und mit demselben den Halbkreis zu beschreiben; wo dieser die bereits construierte BH schneidet, erhält man jenen Punkt, dessen Entfernung von B die gesuchte Quadratseite gibt. Umgekehrt kann man, wenn die Seite des Quadrates gegeben ist, den Halbmesser des flächengleichen Kreises finden, wenn man die gegebene Quadratseite von B aus auf der Sehne BH aufträgt und im Endpunkte eine Senkrechte auf die BH errichtet; wo diese die AB trifft, erhält man jenen Punkt, dessen Entfernung von B den Durchmesser des zu suchenden Kreises gibt. Diese genährte Construction, nämlich die Auffindung der Sehne BH braucht also nur ein einziges Mal ausgeführt zu werden.

Schließlich sei noch in Kürze ein zweites Verfahren erwähnt, bei welchem die BH ziemlich direct gefunden werden kann und wo selbe auch nur um 0.000148 Theile des Halbmessers zu klein ist.

Fig. 2.



Ist in nebenstehender Fig. 2 wieder AB der Durchmesser und DC der auf AB senkrechte Halbmesser, so ziehe man die Sehne AD , theile diese in 7 gleiche Theile, trage einen solchen Theil von D aus auf die Peripherie des Kreises dreimal auf (ED , EF und FH) und verbinde H mit B , so ist BH die verlangte Quadratseite, welche die oben angegebene Genauigkeit besitzt. Die Richtigkeit dieser Construction lässt sich trigonometrisch sehr leicht nachweisen.

Franz Saherppök, Südbahnbeamter.

Literarische Rundschau.

Engineering, IV. Band.

Die Mont-Cenis-Bahn. (Seite 233.) Die Bahn mit den Mittelschienen und die Locomotive mit den Horizontalrädern bewähren sich nicht. Und hauptsächlich aus dem Grunde, weil sich die Laufräder, welche stets das Gewicht der Maschine tragen, weitaus mehr abnützen, als die Mittelräder. Nachdem aber alle den gleichen Schienenweg rollen, so müssen die abgenützten Tragräder mehr Umdrehungen als die mit ihnen gekuppelten Horizontalräder machen, wodurch ein gefährliches Zerren und Gleiten entsteht. Abgesehen davon bringt jede Unregelmäßigkeit in der Mittelschiene unsymmetrische Lage etc. das Bestreben mit sich, die Maschine an eine Schiene zu pressen und von der andern zu entfernen. Eng sagt weiter: Nachdem eine Maschine, deren ganzes Gewicht adhärirt, eine Neigung von 1 : 4 überwindet, wenn sie leer läuft und daher ihr dreifaches Gewicht noch über eine Steigung von 1 : 12 bringen kann, so dürfte die Maschinen mit der 24 Tonnen Pressung auf die Mittelschienen nach wenige Monate langem Experiment wieder wegfallen machen. Uebrigens existiren noch zwei andere Pläne für Alpenbahnen, wovon der eine das ganze Gewicht des Zugs (Güter und Personen mit) zur Adhäsion benützt, der andere die Bewegung dem pneumatischen Drucke anvertrauen will.

Die Alpenbahnen. (Seite 234.) Die verschiedenen Systeme werden ausführlich besprochen, nach welchen Eisenbahnzüge über steile Rampen geführt werden können. Außer der Fell'schen Locomotive mit Mittelschienen, welche übrigens schon 1850 von Sellers in Cincinnati während eines Tunnelbaues für eine Steigung von 1 : 10 durch einige Wochen angewendet wurde, ist die Aufwind-Methode mit der Seilscheibe auf der Maschine, ferner die Methode, vorgeschlagen von Flachet, an einem der Drehgestelle vor jedem Wagen ein Paar Cylinder anzubringen, welche von

einem Centralkessel den Dampf beziehen, also jeden Wagen als Locomotive zu construiren, besprochen. Robertson schlägt geriffelte Schienen und Räder vor; keilförmige Einpressung, Magnetisiren derselben, ferner das Arbeiten der Maschine auf der Beschotterung der Bahn sind minder beachtenswerte Vorschläge. Schließlich ist die pneumatische Beförderung des Ganzen besprochen und theilweise berechnet *).

Die Messina-Brücke. (Seite 143.)

Eine vierfelderige Hängebrücke, jedes Feld von 1000 Meter lichter Spannweite, soll nach dem Plane B. Ondry's Calabrien mit Sicilien verbinden. Die kürzeste Linie hätte wohl nur 3200 Meter Länge, doch müssen dort die Pfeiler in 130 Meter Wassertiefe aufgeführt werden, während sie auf der gewählten Linie nur 110 Meter tief zu gehen brauchen. Es sind nun die einzelnen Elemente des Planes der Brücken, Pfeiler, Tragwände etc. und die Rücksichten auf Winde, Schifffahrt u. s. w. besprochen.

Eisenbahn-Tunnel unter dem Indus bei Attock. (S. 300.)

Der Fluß, dessen Spiegel 80–90 Fuß über das Mittelwasser steigt und in einem weiten Felsthal fließt, sollte mit einem 7215 Fuß langen Tunnel unterbrückt werden. Im März 1860 begonnen, vereitete aber bald der wasserlässige Fels die Arbeit dergestalt, daß der halbfertige Tunnel durch 5 Jahre sich selbst überlassen blieb, und erst jetzt über Ausführen oder nicht, entschieden wird.

Recensionen.

Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit

mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Technik, für polytechnische Schulen, Bauakademien, Ingenieure, Maschinenbauer, Architekten etc., von Dr. E. Winkler, ord. Professor der Ingenieurbaukunde am Polytechnikum in Prag.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die Elasticitäts- und Festigkeitslehre heut zu Tage die theoretische Grundlage der gesamten Ingenieurbaukunde bildet, und dass somit zunächst von ihrer Ausbildung die wissenschaftliche Höhe der Baukunde abhängig ist.

Wir müssen daher jeden Fortschritt in derselben mit lebhaftem Interesse begrüßen und namentlich die bezüglichen neu erscheinenden Werke beachten und einer sorgfältigen Prüfung unterziehen.

Der vor wenigen Wochen veröffentlichte 1. Theil von Dr. E. Winkler's Elasticitäts- und Festigkeitslehre gibt uns hiezu eine willkommene Gelegenheit.

Da dieser Theil die allgemeine Elasticitätslehre entwickelt und hierauf die Zug-, Druck-, Schub- und Biegeelasticität resp. Festigkeit behandelt, so bildet er gleichsam ein für sich abgeschlossenes Ganzes, das für den Straßen- und Wasserbau, sowie für den Hochbau als maßgebend betrachtet werden kann.

Wir müssen vor allem Andern bemerken, dass die ganze Anlage dieses Bandes, der die theoretische Grundlage der Baukunde an technischen Hochschulen bilden soll, in jeder Beziehung der Höhe der Wissenschaft angepasst ist. Selbstverständlich sind daher bei Abfassung desselben alle einschlagenden, gediegenen Werke, wie jene von Cauchy, Lamé, Clapeyron, De Saint Venant, Rebhann, Bresse, Schaffler, Clebsch und Grashof benützt worden. Trotzdem steht aber der Verfasser doch überall auf eigenen Füßen, wie dieß aus der eigenthümlichen Behandlungsweise des zu bewältigenden Lehrstoffes, sowie aus einer Menge von Erweiterungen und originellen Zusätzen erhellt.

Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, aus diesem vortrefflichen lehrreichen Bande diejenigen Partien hervorzuheben, die entweder Neues bieten oder sich durch originelle Behandlungsweise auszeichnen.

Zunächst finden wir, dass der Verfasser naturgemäß zuerst die Theorie der allgemeinen Elasticitätslehre entwickelt und die gewonnenen Resultate mit Recht als Grundlage der späteren, speciellen Untersuchungen betrachtet. Hiebei ist zu bemerken, dass es dem Verfasser gelungen ist, die allgemeine Elasticitätslehre durch die Bestimmung der sogenannten Maximal-Schubspannungen zu erweitern, worüber zunächst der §. 16 näheren Aufschluss gibt.

*) Vergleiche: *Étude sur l'application des forces hydraulique à l'exploitation des chemins de fer de montagne et sur les chemins de fer pneumatiques* von E. Dappler.

Eine neue Untersuchung über die Festigkeit zweier sich drückender runder Körper liefert der §. 56, woselbst auch auf die practische Anwendung der sich ergebenden Formeln hingewiesen wird.

Das 8. Kapitel, das von der Biegeelasticität gerader Stäbe handelt, ist wegen seiner practischen Wichtigkeit besonders ausführlich bearbeitet. Es wird dort von der richtigen Ansicht ausgegangen, dass die durch die Biegung deformirten Querschnitte nicht eben bleiben, wodurch die Elasticitätslehre unstreitig an Richtigkeit und Allgemeinheit gewinnt.

Wir finden im §. 66 dieses Kapitels eine interessante Relation aufgestellt, die sich bei sogenannten proportionalen Querschnitten bezüglich deren Flächen und Trägheitsmomenten ergibt.

Besonders sind aber die §§. 69 bis 73, welche die bei der Biegung auftretenden Schubspannungen bestimmen, hervorzuheben und wegen ihrer Originalität und practischen Brauchbarkeit zu empfehlen.

Eine merkwürdige Untersuchung liefert der §. 82, der die Formänderung der Achse eines durch schiefe Belastung deformirten Stabes bestimmt.

Vom practischen Werte sind die in den §§. 89 und 90 über die Bruchcoefficienten symmetrischer und unsymmetrischer Querschnitte gewonnenen Resultate.

Im §. 108 wird auf eigenthümliche Weise die zweckmäßigste Lage der Stützpunkte eines dieselben überragenden Stabes gesucht, und dieselbe auf eine viel kürzere und zweckmäßigere Weise gefunden, als dieß von Bessel und Weißbach geschah.

Neues bringen ferner die §§. 109 bis 111, welche die Beanspruchung und Formänderung eines Trägers bei beliebiger Belastung und unregelmäßiger Begrenzung behandeln.

Sehr sorgfältig ist auch die Theorie der continuirlichen Träger bearbeitet und die Uebersicht durch eine Menge aufgestellter Tabellen erleichtert. Dieß gilt insbesondere vom 15. Kapitel, in welchem die continuirlichen Träger mit ungleichen Feldern sehr eingehend untersucht werden. Völlig Neues bietet in diesem Kapitel der §. 156, in welchem die gefährlichste Lage einer isolirten Last bestimmt wird.

Interessante Aufschlüsse über die zweckmäßigste Lage der Stützen bei continuirlichen Trägern gibt das 16. Kapitel. Im 17. Kapitel finden wir eine neue Bearbeitung der continuirlichen Träger mit veränderlichem Querschnitte und in den §§. 166 und 167 die merkwürdige Thatsache constatirt, dass die Senkung der Mittelstützen bei solchen Trägern gar keinen Vortheil gewähre.

Auch die Theorie der Knickfestigkeit hat der Verfasser erweitert, wie dieß aus den §§. 174 und 175 des 18. Kapitels erhellt, woselbst die theoretische Untersuchung über Körper von constanter Knickfestigkeit zu finden ist.

Wir haben nun durch diese Citate den Nachweis geliefert, dass der besprochene 1. Theil von Winkler's Elasticitäts- und Festigkeitslehre für jeden Fachmann Neues und Anregendes bietet und wegen seiner Vollständigkeit und Gründlichkeit zum eingehenden Studium der Elasticitäts- und Festigkeitslehre dem angehenden Techniker bestens empfohlen werden kann. Uebrigens können beim Studium dieses Werkes einzelne Partien, die für die Baupraxis von geringerem Werte sind, ohne Störung des Zusammenhanges übergangen werden. Dieß gilt z. B. vom 2. Kapitel, ferner von den §§. 29 bis 33 des 3. Kapitels und vom 4. Kapitel.

Schließlich sei noch bemerkt, dass die vielen Tabellen und graphischen Darstellungen zur technischen Vervollständigung des Ganzen nicht wenig beitragen und die Uebersicht im hohen Grade fördern helfen. Zu wünschen wäre nur, dass die graphischen Tafeln in der nächsten Auflage präziser ausgeführt werden möchten.

K. v. Ott.

Entgegnung

auf das Referat des Herrn Professors Gustav Schmidt über mein Werk: „Das Moleculargesetz mit besonderer Anwendung auf das Wasser, den Wasserdampf und die Luft.“ (Heft II und III dieser Zeitschrift, 1867.)

Die Ableitung der Moleculargleichung muß als richtig bezeichnet werden, wenn sie auch nicht mit mathematischer Strenge bewiesen ist; dieß ist bei einem Naturgesetz überhaupt nicht möglich. Es wäre zwar angemessener, auf Seite 5 meines Werkes in die Ausdrücke

$$2h\pi F'G \cdot \frac{1}{r^3} \frac{k}{d^2}$$

und

$$2h_1 \pi KL \frac{1}{r^3} \frac{k}{d_1^2}$$

für die Anziehung der Ringflächen $Fghi$ und $KLMN$ auf das Atom E den Cosinus des $\angle FEO$ als Factor einzusetzen; da es jedoch dort nur darauf ankommt, das Verhältnis dieser Anziehungskräfte zu finden, so hat dieß kleine Versehen auf das dann Folgende und das Schlussresultat gar keinen Einfluß. Unklarheit ist ebenfalls nirgends vorhanden, wenn auch Vieles nicht ganz leicht zu verstehen sein möchte.

Die ferneren theoretischen Entwicklungen im Referate beweisen nicht die Unrichtigkeit des Ausdruckes $Cm^{\frac{1}{2}}$ für die Atomanziehung; im Gegentheil. Ist es denn nothwendig, dass die angeführte Reihe

$$F = 1 + \frac{1}{2^{\alpha-2}} + \frac{1}{3^{\alpha-2}} + \frac{1}{4^{\alpha-2}} + \dots$$

convergiere? Warum kann die Gesamtanziehung des Körpers auf das einzelne Atom nicht unendlich groß sein im Verhältnis zu derjenigen Kraft, mit welcher eine einzelne Atomenschicht dasselbe anzieht? Jedoch lässt sich für diese gesammte Anziehung auch eine abnehmende Reihe finden, wenn man nur das berücksichtigt, was ich auf Seite 7 gesagt habe: „Wir erhalten nach dem Obigen das fernere Ergebnis u. s. w.“ nämlich auf die folgende Weise, wodurch ich zu gleicher Zeit die Herleitung des Ausdruckes $Cm^{\frac{1}{2}}$ etwas verbessere.

Der auf Seite 5 abgeleitete Wert $\frac{c}{(nr)^{\alpha-2}}$ für die Anziehungskraft zwischen einem Atome und der Atomenfläche in der Entfernung nr von demselben ist zwar für einen und denselben Körper ganz richtig, weil für diesen r constant ist; derselbe verändert sich aber, wenn wir die Dichtigkeit des Körpers als variabel annehmen. Offenbar ist in diesem Falle jener Ausdruck auch von der Dichtigkeit in der Fläche proportional $\left(\frac{1}{r^2}\right)$ abhängig zu machen; somit ist dann die Anziehung zwischen einem Atom und einer Atomenschicht allgemein

$$= \frac{k}{(nr)^{\alpha-2}} \frac{1}{r^2} = \frac{k}{n^{\alpha-2}} \frac{1}{r^{\alpha}} \text{ zu setzen.}$$

Für die Kraft J , mit der das Atom von allen nächsten Atomenflächen angezogen wird, hat man hiernach:

$$J = \left(k + \frac{k}{2^{\alpha-2}} + \frac{k}{3^{\alpha-2}} + \frac{k}{4^{\alpha-2}} + \dots + \frac{k}{n^{\alpha-2}} \right) \frac{1}{r^{\alpha}},$$

und die Anziehung K zwischen einer Atomenschicht und den nächstgelegenen der einen Seite ist also:

$$K = \left(k + \frac{k}{2^{\alpha-2}} + \frac{k}{3^{\alpha-2}} + \dots + \frac{k}{n^{\alpha-2}} \right) \frac{1}{r^{\alpha+2}}.$$

Setzt man in der Reihe

$$k + \frac{k}{2^{\alpha-2}} + \frac{k}{3^{\alpha-2}} + \dots + \frac{k}{n^{\alpha-2}}$$

nach Newton's Gesetz $\alpha = 2$, so bekommt jedes Glied derselben den constanten Wert k . Darnach ist also die Kraft, mit der das Atom von einer Schicht angezogen wird, unabhängig von der Entfernung des Atoms von derselben, sofern diese nur eine unendlich kleine bleibt. Das ist nun nicht wahrscheinlich, vielmehr lässt sich annehmen, dass die Anziehung zwischen dem Atom und der Atomenfläche mit dem Wachsen des beiderseitigen Abstandes abnimmt. Die Abnahme der Anziehungskraft kann man auf die Weise erklären, indem man die Voraussetzung macht, diese Kraft werde geschwächt durch die zwischen der Atomenschicht und dem Atome sich noch befindlichen Schichten, und zwar daher, weil die Atome der ersten Schicht von den Atomen der letzteren theilweise gedeckt werden. Damit eine solche Deckung stattfindet, müssen aber die Durchmesser der Atome im Verhältnis zu ihren nächsten Entfernungen nicht unendlich klein sondern endlich sein. Die Größe k ist, wenn wirklich eine solche Abnahme besagter Anziehung mit dem Wachsen von nr vorhanden ist, wie als sehr wahrscheinlich anzunehmen steht, nicht constant sondern nimmt ab, wenn n zunimmt. Wir können also (k_1 statt k genommen) setzen:

$$J = \left(k_1 + \frac{k_2}{2^{\alpha-2}} + \frac{k_3}{3^{\alpha-2}} + \dots + \frac{k_n}{n^{\alpha-2}} \right) \frac{1}{r^{\alpha}}$$

$$K = \left(k_1 + \frac{k_2}{2^{\alpha-2}} + \frac{k_3}{3^{\alpha-2}} + \dots + \frac{k_n}{n^{\alpha-2}} \right) \frac{1}{r^{\alpha+2}}$$

wo allgemein k_n ein nur von n abhängiger Wert ist. Das Gesetz, nach welchem k_n abnimmt mit der Zunahme von n lässt sich jetzt noch nicht angeben.

Für $\alpha = 2$ erhält man nach der letzten Formel, weil die Dichtigkeit m proportional $\frac{1}{r^3}$ ist.

$$K = C m^{\frac{1}{3}}$$

Die Richtigkeit dieser Gleichung ist nach dem Vorstehenden wohl nicht mehr zu bezweifeln.

Es ist durchaus keine Thatsache, dass der Wasserdampf annähernd das Gesetz $P = A m T$ befolge, wie Herr Prof. Schmidt behauptet; über die Ausdehnung desselben sind noch keine zuverlässigen Versuche angestellt; es ist dieß auch eine sehr schwierige Sache, weil der Dampf sofort condensirt, wenn die Gefäßwände kälter sind als derselbe. Meine Erklärung des gesättigten Dampfes ist die einzig richtige, folglich kann für ihn auch von einer annähernden Gültigkeit der Formel $P = A m T$ nicht die Rede sein.

Die Spannung des Wasserdampfes wird, wie ich auf Seite 66 meines Werkes entwickelt habe, für die niederen Temperaturen durch die Einwirkung des Aethers auf denselben annähernd um den Wert:

$$P = A_0 \frac{a}{a + \frac{1}{2} t} m = A m \frac{a_0}{a + \frac{1}{2} t}$$

vergrößert. Es ist damit durchaus nicht gesagt, wie es Herr Professor Schmidt annimmt, dass man

$$T = \frac{a_0}{a + \frac{1}{2} t} + t = \frac{7288.667}{494 + \frac{1}{2} t} + t$$

setzen muß; noch weniger ist hiernach

$$T = t \text{ für } t = 10192^\circ;$$

dieß ist erst der Fall für $t = \infty$.

Es ist kein Grund anzugeben, weshalb die Richtigkeit der Formel (10) (Seite 23) zu bezweifeln sei; eine Dampf- oder Gasmasse erleidet bei ihrer Ausdehnung auch dann einen geringen Wärmeverlust, wenn dabei die Temperatur derselben constant bleibt, weil nach meiner Theorie die innere Wärme der Körper mit deren Dichtigkeit wächst und abnimmt. Uebrigens sind Versuche hierüber nicht entscheidend, da der Aether, der unzweifelhaft eine nicht unbedeutende Spannung und specifische Wärme hat, besonders den Stand des Thermometers bestimmt. Nur Rechnungen und Folgerungen, die auf Grundlage des wahren Molekulargesetzes gemacht sind, können allein richtig sein.

Die Bemerkung des Herrn Referenten, $\frac{dW}{dT}$ sei die specifische Wärme bei constantem Druck, ist zwar nicht zu bestreiten; setzt man aber im Allgemeinen die specifische Wärme bei constantem Volumen = 1, wie ich es gethan (Seite 20), so ist auch $\frac{dW}{dT}$ das Verhältnis dieser beiden Wärmen. Dass ferner dieses Verhältnis für Gase nahezu $= 1 + \frac{A}{2}$ ist, haben auch schon andere Schriftsteller gefunden; von diesen sind bloss nicht dieselben Darstellungen und Bezeichnungen gewählt. Zu dem allerdings merkwürdigen Resultat, dass für gesättigte Dämpfe $\frac{dW}{dT} = \infty$ sei, würde man auch gelangen, wenn man eine andere Formel als Molekulargesetz in richtige Anwendung brächte. Auf practischem Wege lässt sich dasselbe nicht prüfen, weil der Aether die Temperatur des Dampfes bei der Ausdehnung fast constant erhält; außerdem ist es schwer, gesättigten Dampf zu bilden, worin kein Condensationswasser enthalten ist.

Wenn die Luft in allen Flüssigkeiten und festen Körpern eine äußerst geringe Dichte hat, wie ich es auf Seite 38 behaupte, so kann das nur von einer sehr starken Abstossung zwischen der Luft und den genannten Körpern herrühren. Ersteres muß aber der Fall sein, weil sonst keine Flüssigkeitssäule und kein luftleerer Raum gebildet werden könnte; die in den Körpern enthaltene Luft würde sogleich diesen Raum ausfüllen.

Eine abstossende Kraft sowohl als auch eine anziehende muß zwischen den Gasatomen wirken. Woher sollte sonst die Spannung der Gase rühren? Warum befolgen denn dieselben nicht genau das einfache Gesetz $P = A m T$? Ob man sich diese abstossende Kraft von der Bewegungsarbeit oder einfach von der Bewegung der Gasatome herrührend denkt, ist vollständig gleichbedeutend; jedenfalls ist die Bewegung der Atome für einen unendlich kleinen Drehwinkel relativ kreisförmig. Der Vergleich der Gase mit Kometen ist merkwürdig aber wohl zulässig, da wahrschein-

lich die Letzteren aus dünnen Gasen bestehen; das starke Ausströmen ihres Kernes, wenn sie in die Sonnennähe kommen, lässt darauf schließen.

Was die in Tabelle 3 Seite 68 angegebenen berechneten Dampfspannungen anlangt, so behaupte ich nach wie vor: die Uebereinstimmung derselben mit den von Regnault durch Versuche gefundenen ist hinreichend genau. Man sehe sich die ganze Tabelle an. Für die niederen Temperaturen sind zwar die Differenzen verhältnismäßig groß; für diese ist es aber auch mit den Versuchen eine mißliche Sache; sie führen nach meiner Ueberzeugung entweder zu gar keinen oder zu höchst schwankenden und verkehrten Resultaten.

Im dritten Abschnitte ist überall die Dichtigkeit des Wassers bei $0^\circ = 1$ gesetzt, wie auf Seite 42 ausdrücklich gesagt ist. Die Masseneinheit ist also gleich der Volumeneinheit Wasser von 0° . Ich habe nur das Gewicht dieser Wassermenge als Einheit angenommen, also „Gewichtseinheit“ für „Masseneinheit“ gesetzt, welcher Fehler auch, wenn ich nicht irre, absichtlich schon von anderen Schriftstellern gemacht ist. Welche Volumeneinheit zu Grunde gelegt wird, ist für die Berechnung der Dampfdichte gleichgültig. Da das Volumen der Gewichtseinheit Wasser hiernach = 1 ist, so ist das Volumen der Gewichtseinheit Dampf nichts anderes, als das Verhältnis der Dichtigkeit des Wassers bei 0° zu der Dampfdichte. Das Volumen der Gewichtseinheit Dampf ist also für

t	nach Harder	nach Zeuner
50	143341,8	12050
100	24185,7 bis 24690,0	1650,6
150	7146,9	384,9
200	2640,2	126,7

Herr Professor Zeuner hat seine Dampfdichtigkeiten nach einer empirischen Formel berechnet, so dass sie im Mittel ohngefähr mit den von Anderen ebenfalls nach solchen Formeln berechneten übereinstimmen. Die Dichtigkeiten des Wasserdampfes sind nach meinen Rechnungen also nicht 20000 bis 60000mal, sondern in der Nähe von 100° nur 15mal geringer, als sie bisher angenommen wurden. Ursprünglich ist die Dampfdichte bei 100° von Gay-Lussac zu $\frac{1}{1700}$ bestimmt, wobei derselbe die Dichtigkeiten des Sauerstoffes und Wasserstoffes zu Grunde legte. Da aber die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wasserdampfes nichts gemein haben mit denen der genannten Gase, so kann diese Berechnung unmöglich ein richtiges und zulässiges Resultat ergeben, sondern höchstens als ein Nothbehelf angesehen werden.

Die Versuche zur Bestimmung der Dampfdichtigkeit sind nicht richtig ausgeführt, weil dabei der heiße Wasserdampf in ein Gefäß mit nicht von außen erwärmten Wänden geleitet wurde; in dem kalten Baum und an den Wänden des Gefäßes condensirt der Dampf sehr rasch. Durch solche Experimente kann man jedes beliebige Resultat erhalten. Es ist möglich, dass auch richtig angestellte Experimente etwas größere Werte für die Dampfdichte ergeben, als sie nach Tabelle 3 und 4 (S. 68 und 72) sich herausstellen, obgleich ich dieß sehr bezweifle; man braucht aber nur in den Formeln (50) und (53) die Constanten a_0 , a_1 , b_1 in passender Weise zu vergrößern, um ebenfalls nach denselben größere Dichtigkeiten zu erhalten, ohne dass dadurch die berechneten Dampfspannungen weniger genau ausfallen.

Das Verhältnis $u - 1 = \frac{A}{2}$ bestimme ich auf Seite 106 zu 0.3636, lasse ferner keinen Zweifel übrig, dass nicht $u = 1\frac{1}{2}$ ist (Seite 100).

Da auf Seite 115 bewiesen ist, dass die Versuche über die Verdampfungswärme des Wassers nicht richtig angestellt sind, so konnte ich dort auch mit Recht ohne Scheu bemerken: „nach dieser Tabelle (8) ist die zur Verwandlung des Wassers in Dampf erforderliche Wärmemenge ungleich größer, als sie Regnault u. A. durch Versuche gefunden haben.“ Zu bemerken ist noch: die Luft wird zwar im Dampfraum des Kessels sehr bedeutend verdünnt, wenn das Wasser siedet, aber viel weniger, wenn es nicht siedet, wie es bei den Experimenten der Fall war. Was kann man sonst gegen das auf Seite 115 und 116 Gesagte einwenden?

Den letzten Abschnitt über die calorischen Maschinen empfehle ich namentlich dem practischen Maschinenbauer zum Lesen. Die calorischen Maschinen mit Wärmezuführung, wie ich sie nenne, können nach meiner Ueberzeugung mit großem Vortheil angewendet werden, besonders wenn man die Schiebersteuerung zweckmäßig einrichtet; sie sind auch die allein

anwendbaren. Bei der Ericson'schen Maschine werden auch die Cylinderröndwände von außen durch die Feuerung erwärmt; fände dieß nicht statt, so würde sie sehr wahrscheinlich nicht arbeiten.

Schließlich noch einige Bemerkungen. Die Constanten der Formel (39) sind alle bis auf eine (A) dadurch ermittelt, indem ich die Dichtigkeiten des Wassers in verschiedenen Temperaturen und die Eisdichte bei 0° zur Basis der numerischen Rechnung nahm. Jede andere Basis ist unzulässig und würde zu Widersprüchen und Ungenauigkeiten führen, selbst wenn die Dichtigkeit des Wasserdampfes, die Verdampfungswärme des Wassers u. s. w. genau bekannt wären; dieß ergibt sich sofort aus der Entwicklung jener Gleichung (39). Wollte man nun eine andere Grundformel von der Form $F = A m T + B m^x - C m^z$, worin x und z andere Werte als in meiner Formel haben, anwenden, so könnte man vielleicht auf ähnliche Weise, wie ich es gethan, die Größen $\frac{B}{A}$, $\frac{C}{A}$

u. s. w. berechnen; wenn man aber dann die Berechnung der Dampfspannungen vornähme, so würde man sofort finden, dass die sich ergebenden Werte dafür stets mit den annähernd richtigen Spannungen nach der Erfahrung außerordentliche Differenzen zeigen; man würde immer wieder zu meiner Molekulargleichung zurückkehren. Es ist auch gar nicht einzusehen, warum dieselbe unrichtig sein sollte, da doch die nahezu genauen Erfahrungsergebnisse recht gut mit den von mir berechneten Werten übereinstimmen; nur da ergeben sich bedeutende Unterschiede, wo die ersteren offenbar keinen Anspruch auf Richtigkeit machen können*).

Nachtrag. Auf Seite 23 meines Werkes ist ein kleiner Fehler gemacht. In Zeile 4 von unten soll stehen: „Temperaturabnahme“ statt „Wärmeverlust“; es muß also dort heißen: „Nach dieser Gleichung (10) kann auch die Temperaturabnahme berechnet werden, u. s. w.“

P. E. Harder.

Notizen.

(Die Bedeutung des Elasticitäts-Moduls**). Bezeichnet man mit l die Länge eines Stabes vom Querschnitte a , der durch eine Kraft P innerhalb der Elasticitätsgrenze um λ verlängert wird, so ist bekanntlich

$$\frac{P}{a} = E \frac{\lambda}{l}$$

Hiebei ist $\frac{P}{a}$ die Kraft per Flächeneinheit oder die spezifische Spannung, $\frac{\lambda}{l}$ die Ausdehnung per Längeneinheit (die spezifische Ausdehnung)

und E eine Constante, welche den Namen Elasticitäts-Modul führt und gewöhnlich als jene ideale spezifische Spannung definiert wird, für welche $\lambda = l$ würde, wenn hiebei die sogenannte Elasticitätsgrenze nicht überschritten würde. Diese Definition ist eine rein formelle, keine sachliche. Wir gelangen zu einer sachlichen Definition, wenn wir voraussetzen, dass auch die festen Körper das einfache Mariotte'sche Gesetz befolgen, wie permanente Gase bei constanter Temperatur, und unter E die Molekular-Anziehung verstehen, welche das Innere des Körpers auf die Flächeneinheit der Oberfläche ausübt. Denken wir uns dann, es sei P eine comprimirende Kraft, unter deren Einfluß die Länge l auf $(l - \lambda)$ reducirt wird, so entspricht der Länge l die Belastung E per Flächeneinheit und der Länge $(l - \lambda)$ die Belastung $E + \mathfrak{E}$ per Flächeneinheit, also ist:

$$El = (E + \mathfrak{E})(l - \lambda) = El - E\lambda + \mathfrak{E}(l - \lambda)$$

$$E\lambda = \mathfrak{E}(l - \lambda),$$

* Herr Professor Gustav Schmidt ersucht uns zu erklären, dass er nach Durchlesung dieser Entgegnung keinen Zusatz zu seinem Literaturbericht im II. Heft Seite 51 dieses Bandes zu machen habe.

Die Redaction.

** Die hier mitgetheilte kleine Bemerkung pflege ich bereits seit dem Jahre 1864 in meinen Vorlesungen zu machen, unterließe jedoch ihrer Geringfügigkeit halber bisher deren Publikation. Aus Anlass einer interessanten Abhandlung des berühmten Physikers Herrn G. A. Hirn in Logelbach bei Colmar in dem dießjährigen Maiheft der *Annales de chimie et de physique*, theilte ich demselben obige Bemerkung nebst Anderem mit, und Herr Hirn antwortete dießbezüglich: *Votre notice sur l'élasticité est des plus remarquables, et m'a beaucoup frappé*. Dieß der Anlass obiger Notiz, die vielleicht einer weiteren Ausbildung fähig ist.

$$\mathfrak{E} = E \frac{\lambda}{l - \lambda} = E \frac{\lambda}{l}$$

Dieß ist aber das obige Erfahrungsgesetz, also erhält die gegebene Definition von E einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit. Dieselbe Bedeutung, welche hiernach die sehr große Zahl E bei festen Körpern hatte, würde die von Herrn G. A. Hirn eingeführte „innere Pressung“ R bei Gasen besitzen, welche Zahl R jedoch nur einen relativ kleinen numerischen Wert hat, z. B. bei gesättigtem Wasserdampf von 1 Atm. $R = 0.106535$ Atmosphären*).

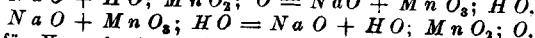
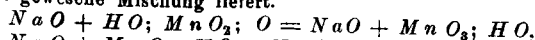
Prof. G. Schmidt in Prag.

(Blitzschlag in die Karlskirche.) Am 21. August d. J. wurde die Laterne der Karlskirchen-Kuppel vom Blitze getroffen und hiedurch eine erneuerte Reparatur des kaum restaurirten Baues nothwendig. Der Blitz traf zunächst die Nachmanerung des nordwestlichen Laternenfensterbogens, riss zahlreiche mehrmals faustgroße Stücke aus den Quadern, zertrümmerte drei obere und drei untere Fensterscheiben ohne die eisernen Fensterstäbe und die Bleifassung zu verletzen, drang $1\frac{1}{2}$ Fuß unter der Fenstersohlbank abwärts in das Quadermauerwerk, um gleichfalls den Stein zu zersprengen und Stücke herauszuschleudern, und traf von da den einen Fuß tiefer liegenden Scheitel der Kuppeldachung. Das Kupferblech dieses Kuppeldaches war an der Angriffsstelle 9 Zoll hoch aufgestülpt ohne zu reißen; außer dieser Beschädigung zeigte sich an der ganzen Kupfermasse der Kuppel keine weitere Spur des geschwinden Besuchers und es entsteht daher die Vermuthung, dass sich das elektrische Fluidum in der großen Metallmasse der Kuppel gleichmäßig vertheilt und durch Mauerwerk und Rinnen den Erdboden gefunden habe. Der Bauleiter der Karlskirchenrestauration, Herr k. k. Ingenieur-Assistent Acham, wurde auf den angerichteten Blitzschaden zufällig durch die Anwesenheit von frischen Steinbrocken in den Rinnen der niederen Seitentrakte aufmerksam.

D.

(Bereitung von Sauerstoffgas im Großen) nach Tessié du Motay und Maréchal, besprochen in der Zeitschrift deutscher Ingenieure 1867, Band XI, Seite 334 von Dr. F. Bothe.

Das für Preussen, Frankreich und England patentirte Verfahren beruht darauf, dass eine Mischung von Mangansuperoxyd und Natronhydrat beim Erhitzen an der Luft unter Aufnahme von Sauerstoff leicht in mangansaures Natron übergeht, welches unter Einwirkung von überhitztem Wasserdampf lebhaft Sauerstoff entwickelt und wieder die ursprünglich vorhanden gewesene Mischung liefert.



Der für Versuche im größeren Maßstabe in Saarbrücken construirte Apparat bestand aus einer eisernen Röhrenretorte von 1 Meter Länge, 0.3 Meter Weite, welche durch eine locker eingepasste vielfach durchlöchernte Platte in eine Mittel- und eine Vorkammer abgetheilt war. In der Vorkammer befand sich eine spiralförmig gewundene eiserne Röhre, welche zur Ueberhitzung des Wasserdampfes diente; dieser durchströmte dieselbe, trat dann durch die Löcher der Eisenplatte auf das in der Mittelkammer in einem eisernen Korbe enthaltene mangansaure Natron und von dort aus mit Sauerstoff beladen in eine Kühlschlange. Das in dieser condensirte Wasser sammelte sich in einem vorgelegten Gefäße an und floß aus diesem successive ab, während das Sauerstoffgas in einem Gasometer aufgefangen wurde.

Nach beendigter Desoxydation wurde dem schwach dunkelrothglühenden Gemische von Mangansuperoxyd und Natronhydrat mit Hilfe des Gebläses Luft zugeführt und dadurch die Wiedererzeugung von mangansaurem Natron bewerkstelligt. Die Charge wurde mit durchschnittlich 40 Kilogramm des Gemisches durchgeführt. Die Reinheit des Sauerstoffgases ließ nichts zu wünschen übrig. Die ökonomischen Resultate waren befriedigend.

A. E.

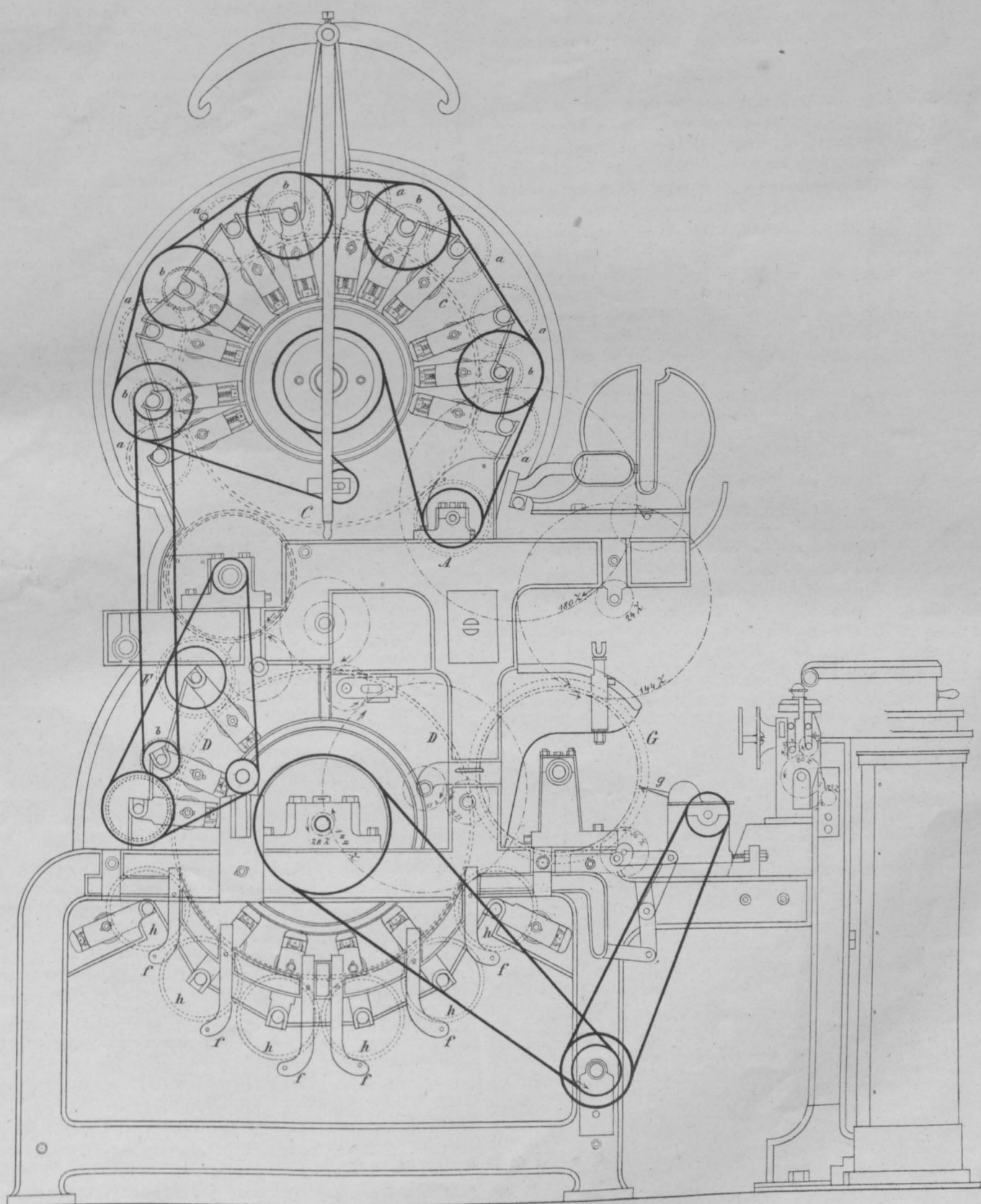
(Personalnachrichten. Se. Majestät der Kaiser hat das Vereinsmitglied, Herrn Florian Ritter von Passetti, k. k. Ministerialrath, gemäß in den Freiherrenstand des österr. Kaiserstaates allergnädigst erhoben. — Herr M. Freiherr Ebner v. Eschenbach, k. k. Oberst des Geniestabes, hat das Officierskreuz des kaiserl. französischen Ordens der Ehrenlegion; Herr Ignatz Wottitz, Ingenieur, das Ritterkreuz des kaiserl. französischen Ordens der Ehrenlegion und das Ritterkreuz 1. Klasse des königl. bayrischen St. Michael-Ordens erhalten. — Herr k. k. Oberbau- und Domaumeister Friedrich Schmidt und Herr Architekt Professor H. Ferstel sind zu Ehrenmitgliedern der englischen Gesellschaft der Architekten gewählt worden.

* In oben genannter Abhandlung. S. 85.

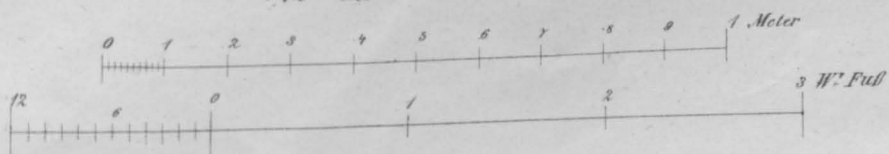
Berichtigung.

Im VII. Hefte 1867, Seite 118, Spalte rechts lies in der ersten und zweiten Zeile von oben „ $\sqrt{60}$ “ statt „ $\sqrt{60}$ “.

A. GIRARDONI'S DOPPEL-CARDE



$\frac{1}{12}$ der natürlichen Größe.



DIE NEUE GASBELEUCHTUNGSANLAGE IN DREHER'S BRAUEREI ZU KLEIN-SCHWECHAT.

(Professor Hirzel's System)

